pr.V.

Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 1 (SEITE 1—16) · 3. JANUAR 1941 · 29. JAHRGANG

INHALT:

Staatengründung und Kastenbildung bei Termiten. Von WILHELM GOETSCH. (Mit 6 Figuren) . . . 1

Chromosomenmutationen nach UV.-Bestrahlung. Von J. STRAUB. (Mit 6 Figuren) 13

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Über die östrogene Wirkung von Derivaten des Diäthylstilböstrols. Von F. v. WESSELY, E. KERSCHBAUM, A. BAUER und F. SCHIMKE 15

Zur Kenntnis der Ellagengerbstoffe. Von L. REICHEL 16

Die Staaten der Ameisen

Von

Dr. **Wilhelm Goetsch**

Professor an der Universität Breslau, Direktor des Zoologischen Instituts und Museums

Mit 84 Abbildungen. VII, 159 Seiten. 1937. Gebunden RM 4.80

(Verständliche Wissenschaft, Band 33)

Zahlreiche Berichte und Erzählungen über die Ameisengemeinschaften haben unsere Beachtung und Bewunderung gefunden. Wenn man sich mit den Ameisen näher zu beschäftigen hat, dann wird man solcher stets ins Moralische oder Wunderbare hineinspielenden Darstellungen bald etwas überdrüssig. Was an den verschiedenen Meinungen richtig und was falsch ist, wie groß die Vielseitigkeit der Ameisen und ihrer Staaten ist, das steht in diesem Buche.

Inhaltsübersicht:

Vorwort. — Körperform der Ameisen. — Eier, Larven und Puppen. — Kasten und Stände. — Hochzeitsflug und Staatenbildung. — Staatsfremde und Staatsfeinde. — Krieg und Jagd. — Behausung und Verpflegung. — Kornkammer und Pilzgärten. — Blattlauszucht und Blütenbesuch. — Vorstoß und Rückweg. — Erkennen und Verständigen. — Körperform und Arbeitsteilung. — Die geistigen Fähigkeiten. — Die Entstehung der Soldaten. — Bestimmung des Geschlechts. — Erscheinungsbild und Rassenerbe. — Jahresablauf und Schicksal. — Anhang: Schriftenverzeichnis und Bekämpfungsmittel.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung oder jede Postanstalt bezogen werden. Preis vierteljährlich RM 9.60. Hierzu treten bei direkter Zustellung unter Kreuzband die Versandspesen bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelpreis dieses Heftes RM 1.— zuzüglich Porto. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Studierende, ferner Ärzte in nicht vollbezahlter Stellung erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Manuskripte, Bücher usw. an
Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 22/24, erbeten.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung (entsprechend § 42 des Verlagsgesetzes) der in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihre Verwendung für fremdsprachliche Ausgaben vor.

Anzeigen werden von der Verlagsbuchhandlung angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe erfragen. Letzter Annahme-Termin: 12 Tage vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22/24
Fernsprecher: 21 81 11.

Die Heimat hat im vergangenen Kriegsjahre durch ihre Haltung und ihren Opfersinn bewiesen, daß sie dieses großen Einsatzes ihrer Söhne würdig ist. Ich bin überzeugt, daß sie auch im kommenden

Kriegswinterhilfswerk 1940/41

ihre Pflicht tun wird, um in unserem Volke das Bewußtsein der unlösbaren sozialen Gemeinschaft noch weiter zu stärken.

Aus dem Aufruf des Führers zum 2. Kriegs-WHW.

Die Entstehung der Gesteine

Ein Lehrbuch der Petrogenese

Bearbeitet von

Dr. **Tom F. W. Barth**, Professor an der Universität Oslo
Dr. **Carl W. Correns**, Professor an der Universität Göttingen
Dr. **Pentti Eskola**, Professor an der Universität Helsinki

Herausgegeben von

Dr. **Carl W. Correns**

Mit 210 Textabbildungen. VIII, 422 Seiten. 1939

RM 30.—; gebunden RM 33.—

Inhaltsübersicht:

Die Eruptivgesteine. Von Professor Dr. Tom F. W. Barth, Oslo. **Einleitung. I. Inhalt und Klassifikation der Eruptivgesteine. — II. Kristallisation in Silikatschmelzlösungen. — III. Das Magma. — IV. Gesteine als Produkte definierter Vorgänge. — Die Sedimentgesteine.** Von Professor Dr. Carl W. Correns, Göttingen. **Einleitung. — Allgemeines Schrifttum. — Begriff und Umfang der Sedimentpetrologie. — I. Verwitterung. — II. Klastische Sedimente. — III. Chemische und biogene Sedimente. — IV. Diagenese** (Veränderungen der Sedimente nach dem Absatz). **— Die metamorphen Gesteine.** Von Professor Dr. P. Eskola, Helsinki. **Einleitung. — I. Das Gefüge und die Verformung. — II. Die Umkristallisation. — III. Die Mineralfazies. — IV. Die Metasomatose. — V. Die normale Metamorphose.** — Namenverzeichnis. — Verzeichnis der dargestellten Silikatschmelzsysteme. — Sach- und Ortsverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

29. Jahrgang | 3. Januar 1941 | Heft 1

Staatengründung und Kastenbildung bei Termiten.

Von Wilh. Goetsch, Breslau.

Im Kampf der Menschen gegen die Insekten, der in anderen Ländern mit ganz anderer Wucht geführt werden muß als in unseren Breiten, spielen die Termiten die Rolle, welche man den sagenhaften „fünften Kolonnen" zuschreiben möchte: Sie arbeiten geheimnisvoll im Dunkeln, bis man plötzlich den Erfolg sieht. So kann es in den Tropen und Subtropen tatsächlich oft geschehen, daß ganz unvermutet Möbelstücke oder sogar Gebäude zu-

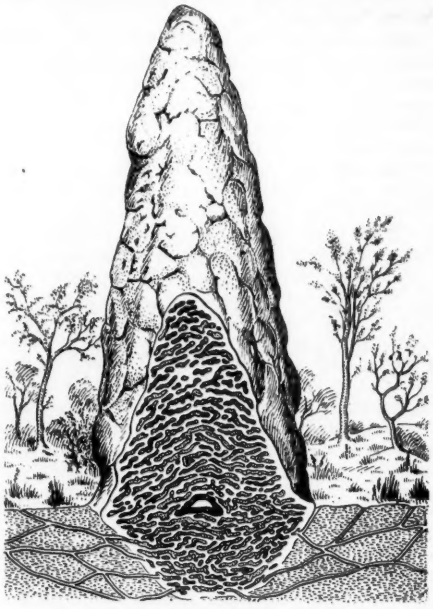


Fig. 1. Hügel der Termite *Cornitermes similis* (Brasilien, Paraguay, Nordwest-Argentinien). Manche Nester, die ich in Misiones (bei Porvenir und am Ñacanguazú) untersuchte, waren 1 m hoch.

sammenbrechen, innerlich ausgehöhlt durch Termiten, von deren Anwesenheit man vorher gar nichts bemerkte.

Infolge ihres unterirdischen Lebens, das die Beobachtung sehr erschwert, ist man über Einzelheiten der Termiten-Biologie viel weniger gut unterrichtet, als dies bei den Ameisen der Fall ist, mit denen die Termiten oft verwechselt werden. Sie bilden indessen eine besondere Gruppe der Insekten, die Isoptera, und durchlaufen ihre Entwicklung ganz anders als die Hymenoptera, zu welchen außer den Ameisen auch die Bienen, Hummeln, Wespen u. a. m. gehören. Zum Unterschied von diesen fehlt ihnen auch das Stadium der fußlosen Maden und der unbeweglichen Puppen; aus den Eiern der Termiten schlüpfen vielmehr sechsfüßige Larven, die sich von den erwachsenen Tieren äußerlich kaum unterscheiden und von Anfang an selbständig zu fressen vermögen (Fig. 2). Hierin wie auch in vielen anderen Kennzeichen erinnern die Termiten an die Schaben (Blattaria), denen sie im Insektenreiche überhaupt am nächsten stehen.

Auch die staatliche Organisation ist anders als bei den Ameisen. Dort haben wir in der Masse der Arbeiter und Soldaten lediglich verkümmerte Weibchen, während bei den Termiten in gleicher Zahl Weibchen und Männchen in allen Kasten vorkommen und sich an den Arbeiten beteiligen,

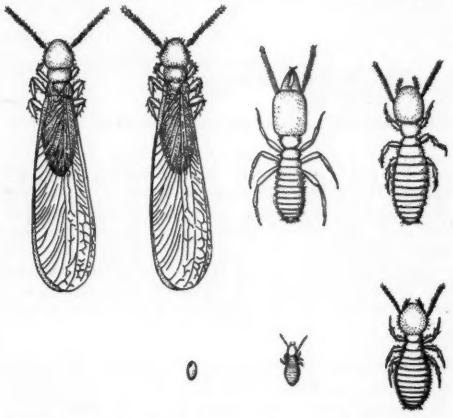


Fig. 2. Verschiedene Kasten der Termiten (Gattung *Reticulitermes*). Obere Reihe: Geflügeltes Männchen und geflügeltes Weibchen vor dem Hochzeitsflug (vgl. Fig. 4b), Kiefer-Soldat (vgl. Fig. 5a), Arbeiter. Untere Reihe: Ei, junge Larve (Stadium II), ältere Larve (Stadium IV).

verstärkt noch durch die älteren Larvenformen, die ebenfalls daran teilnehmen. Wir haben ferner neben der Königin und Stamm-Mutter des Staates auch einen König, der jahrelang am Leben bleibt und nicht, wie bei den Bienen und Ameisen, nach dem Hochzeitsfluge stirbt (vgl. Fig. 2 u. 4).

Mit den Vorbereitungen für den Hochzeitsflug beginnt auch bei den Termiten ein neuer selbständiger Staat sich anzubahnen, und zu diesem

Hochzeitsflug verlassen das geheimnisvolle Dunkel ihres lichtlosen Lebens als einzige Glieder des Staates freiwillig die geflügelten Vollinsekten (Imagines). Auch sie nur für eine ganz beschränkte Zeit: Denn nach kurzem Flattern schon fallen sie zu Boden, werfen die Flügel ab und kehren, wenn alles gut geht, jetzt paarweise in das Dunkel zurück. Paarweise graben sich dann auch Männchen und Weibchen gemeinsam ein, so die Hochzeitskammer bereitend, in welcher dann nach einiger Zeit die Begattung erfolgt. Denn eigenartigerweise sind die beiden Tiere, welche zur Staatengründung schreiten, noch nicht geschlechtsreif; ihre Keimdrüsen reifen vielmehr erst nach und nach heran (vgl. Fig. 3b).

Die Besonderheiten der Staatengründung und die dabei auftretenden Instinktäußerungen im einzelnen zu verfolgen, war schon lange mein Bestreben, nachdem ich bereits bei einer größeren

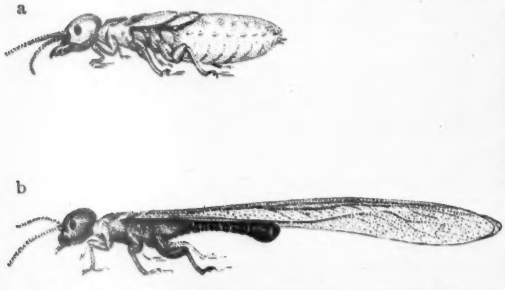


Fig. 3. a) Letztes Entwicklungsstadium einer Voll-Termite (= Nymphe VII oder Spät-Nymphe, vgl. Tabelle I) (große Flügelansätze, dicker Hinterleib mit großem Fettkörper). An der Hinterleibsspitze die zwei sog. Styli, welche nur bei den Männchen vorkommen. — b) Erwachsenes Voll-Insekt (= Imago) vor Hochzeitsflug. Große Flügel, Hinterleib zusammengefallen. Er schwillt erst wieder an, wenn nach Abwurf der Flügel die Keimdrüsen heranwachsen (vgl. Fig. 4).

Zahl von Termiten in Chile, Brasilien und Argentinien sowie in Italien und Spanien Hochzeitsflüge beobachtet hatte. Die Mittelmeer-Termite *Kalotermes flavicollis* gab in diesem Jahre hierzu gute Gelegenheit, da es gelungen war, Geschlechtstiere in Kunstnestern aus Gips, Holz und Glas heranzuzüchten.

Die Termiten brauchen, um von der ersten Larve zur Imago zu gelangen, eine geraume Zeit; es dauert Monate oder auch Jahre, bis das Endstadium erreicht ist. Bei *Kalotermes*-Arten können wir 8 Entwicklungsphasen annehmen (KALSHOVEN u. a.); das vorletzte, VII. Stadium sind die sog. Nymphen mit großen Flügelansätzen sowie wohlausgebildeten Augen (= Spät-Nymphen, vgl. Fig. 3a u. Tabelle 1). Aus ihnen schlüpfen die Imagines, die zuerst bis auf die Augen ganz weiß sind. Der Hinterleib erscheint dick durch einen reichlich ausgebildeten Fettkörper, der sich schon im Nymphenstadium anlegt (Fig. 3a). Symbiontische Darmflagellaten, welche bei den primitiveren Termiten (Masto-, Pro- und Mesotermitiden) zur Ausnutzung der bevorzugten Holznahrung notwendig sind, fehlen in diesem Zustande fast immer; sie werden hier wie auch bei früheren Häutungen mit den Kotmassen abgestoßen.

Es dauert mindestens 6 Tage, bis die geflügelten *Kalotermes flavicollis* ausgefärbt sind; dabei spielt keine Rolle, ob eine Belichtung stattfindet oder nicht. Während der Ausfärbung, die an der Oberseite beginnt, verschwindet der Fettkörper immer mehr. Nach 8—10 Tagen sind die zunächst prallen Hinterleiber papierdünn geworden (Fig. 3b); nur die Endspitze bleibt dicker und knopfartig verbreitert. Dort befinden sich die von Chitin gestützten Kopulationsorgane, die bei den Männchen als einziges äußeres Kennzeichen die sog. Styli (Griffel) aufweisen (Fig. 3a).

Diese knopfartige Hinterleibsspitze enthält weiterhin zwischen den letzten Chitinringen noch Drüsen, die bald darauf eine sinnesphysiologische Rolle spielen; denn Hand in Hand mit den gestaltlichen Veränderungen geht auch eine psychische Umstimmung vor sich.

Die Geflügelten mit dickem, fetthaltigem Abdomen sind noch völlig lichtscheu. Mit dem Schwinden des Fettkörpers ändert sich aber das Verhalten nach und nach. Es tritt zunächst eine Bereitschaft auf, die Helligkeit zu ertragen, und in diesem Zustand kann man die Tiere schon zum Hochzeitsflug veranlassen. Vermehrte Wärme und stärkere Beleuchtung bewegt dann die Geflügelten, oft ganz plötzlich den Kopf dem Lichte zuzuwenden; und mit eigenartigen Schritten marschieren sie ins Helle, bewegen die Flügel mit schwirrendem Geräusch und flattern ab. Im Laboratorium wird stets das Fenster oder eine künstliche Lichtquelle angeflogen; die irgendwo anprallenden und absinkenden Tiere erheben sich unter Flügelschwirren noch viele Male von neuem. Nach kurzer Zeit erlahmt indessen der Flugdrang, und verrottete Pflanzenteile oder feuchte Holzstücke, auf die sie fallen, wirken sofort als neuer Reiz. Eine eifrige Untersuchung beginnt; besonderes Interesse erregen Ritzen und Vertiefungen, in welche der Kopf prüfend hineingesteckt wird. Manchmal ganz plötzlich dreht sich dann die Termite um; der Hinterleib wird an vorstehende Erhebungen oder Rauhigkeiten der Unterlage angepreßt, und schon liegen die Flügel, an den vorbereiteten Bruchstellen abgeknickt, neben dem davoneilenden Tier. Dem einmal ausgelösten Trieb des Flügelabwurfs wird so eifrig nachgegangen, daß die Tiere einige Male auf meiner Hand zwischen den Fingern die Schwingen abstießen.

Gelegentlich benehmen sich die Weibchen schon vor dem Abwurf der Flügel ein wenig anders. Sie recken den Hinterleib empor, so daß er mit der Unterlage einen Winkel bildet, und dann kann man sehen, daß zwischen den Ringen der Hinterleibsspitze he! , Gebilde ausgestülpt werden: die schon

Tabelle 1. Kasten von Kalotermes flavicollis, aus Naturnestern und Zuchtkulturen, im Hinblick auf:

	Systematische Bezeichnung	Morphologische Ausbildung	Physiologische Leistung	Entwicklungsgeschichtl. Stellung
1	Larven (Junglarven)	helle kleine Larven ohne Flügelansätze ohne Augen kleine Kiefer	nicht funktionierende unreife Gonaden ♂ und ♀	Stadium I—III
2	„Arbeiter" (Altlarven)	helle große Larven ohne Flügelansätze ohne Augen kleine Kiefer	Geschlechtsuntüchtige ♂ und ♀	Stadium IV—V
3	Ersatz-Weibchen und Männchen IV—V	± dunkle Neoten. Ind. ohne Flügelansätze kleine Augen kleine Kiefer	Geschlechtstüchtige ♂ und ♀	Stadium IV—V
4	„Soldaten" (Großköpfe)	± dunkle Sonderkaste ohne Flügelansätze ohne Augen große Kiefer	Geschlechtsuntüchtige ♂ und ♀	Stadium IV—V
5	Soldaten-Königin und -König	± dunkle Sonderkaste ± Flügelansätze ohne Augen große Kiefer	Geschlechtstüchtige ♂ und ♀	Stadium IV—V
6	Früh-Nymphen (Nymphen II. Form)	helle Nymphen kleine Flügelansätze ohne Augen kleine Kiefer	Geschlechtsuntüchtige ♂ und ♀	Stadium VI
7	Ersatz-Weibchen und Männchen VI	± dunkle Nymphen kleine Flügelansätze kleine Augen kleine Kiefer	Geschlechtstüchtige ♂ und ♀	Stadium VI
8	Spät-Nymphen (Nymphen I. Form)	helle Nymphen große Flügelansätze große Augen kleine Kiefer	Geschlechtsuntüchtige ♂ und ♀	Stadium VII
9	Geflügelte (Imagines)	± dunkle Imagines mit Flügeln große Augen kleine Kiefer	Unreife ♂ und ♀	Stadium VIII
10	Ersatz-Imagines	± helle Imagines schlecht entflügelt große Augen kleine Kiefer	Geschlechtstüchtige ♂ und ♀	Stadium VIII
11	Falsch-König und -Königin (Achrestogonime)	dunkle Imagines ± abgestoßene Flügel große Augen kleine Kiefer	Geschlechtsuntüchtige ♂ und ♀	Stadium VIII
12	König und Königin	dunkle Imagines normal entflügelt große Augen kleine Kiefer	Geschlechtstüchtige ♂ und ♀	Stadium VIII

Ersatz-Tiere aller Art, einschließlich der Soldaten-Könige und -Königinnen, entstanden in Nestern ohne Geschlechtsformen bei Fütterung durch die Arbeiter. Soldaten dann, wenn reichliche Eiweißnahrung (Eier, Leichen) unmittelbar nach der Häutung zur Verfügung stand.

erwähnten Drüsen, welche ein Sekret abgeben. Deutlicher als bei *Kalotermes*-Arten ließ sich dieser Vorgang bei *Anoplotermes* beobachten, wo sich ebenso wie bei den großen *Kalotermes chilensis* die *Funktion* dieser Drüsen gut feststellen ließ: Sie dienen zur Anlockung und veranlassen die Männchen zum Anfliegen und später zum Nachlaufen. Gelang es doch, mit abgeschnittenen Hinterleibsspitzen die Männchen über weite Strecken hinwegzulocken und den auf Stöckchen befestigten Drüsen auch über scharf riechende Substanzen (wie Zitronellaöl) nachlaufen zu lassen, ein Zeichen dafür, wie stark die Männchen auf diesen Duft, und auf ihn allein, reagieren.

Ehe wir diesen sog. „Liebesspaziergang" und den ihm folgenden Vorgängen weiter nachgehen,

seien einige Versuche beschrieben, die das Verhalten unter abgeänderten Bedingungen zeigen.

Die Geflügelten lassen sich, schon bevor sie aktiv zum Hochzeitsflug schreiten, durch experimentelle Behandlung zum Flügelabwurf bringen: Dadurch nämlich, daß man sie bei dem Eintritt der Bereitschaftsphase in die Luft wirft und so zum Flattern bringt. Verhindert man dagegen die Geschlechtstiere längere Zeit nach Eintritt der Bereitschaftsphase am Abflug, so erfolgt der Flügelabwurf niemals richtig. Man muß allerdings peinlichst darauf achten, daß die Tiere wirklich nicht zum Flattern kommen; beim Höhepunkt der inneren Bereitschaft und wärmerer Außentemperatur genügt oft ganz kurze Belichtung des Kunstnestes, um ein Flügelschwirren mit nachfolgendem Abwurf hervorzurufen. Bei dauernder Dunkelheit, d. h. bei Fehlen des auslösenden Reizes, bleiben die Flügel stets am Körper und werden nur nach und nach, oft erst einige Wochen später, abgewetzt oder bruchstückweise abgestoßen. Solche Imagines können im Nest noch lange Zeit leben, ohne daß sie in irgendeiner Weise nützlich sind. Man kannte sie bereits seit einiger Zeit aus Naturnestern, wo sie von GRASSÉ als „Achrestogonime" bezeichnet wurden; die beschriebenen Versuche zeigten jetzt, *wie* diese Tiere zustande kommen, die weder von den Geschlechtsgenossen und den Geschlechtspartnern beachtet werden, noch von den Arbeitern, die auch bei ihrer Anwesenheit die später noch zu erwähnenden Ersatzgeschlechter heranzüchten (Nest 5 und 6, vgl. Tabelle 2). Es *muß* also geflattert werden, damit die Entwicklung weitergeht.

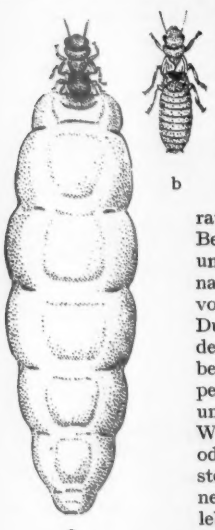


Fig. 4. Erwachsene Termiten nach Hochzeitsflug ohne Flügel, die an einer vorher bestimmten Stelle, den sog. Bruchgelenk, abgeworfen werden. Das Weibchen (= Königin) schwillt durch die wachsenden Keimdrüsen unmäßig an.

Eine Anzahl weiterer Versuche zeigte indessen, daß es auf ein wirkliches Fliegen dabei weniger ankommt, als vielmehr auf eine heftige Bewegung. Ich schnitt den Imagines, welche zum Abflug bereit waren, die Flügel in verschiedener Länge ab. Selbst mit geringstem Flügelrest versuchten die Tiere noch zu fliegen; gelang es nicht, so warfen sie sich wenigstens immer wieder durch Emporschnellen des Körpers in die Höhe, sobald sie ins Helle kamen. Nach solcher Anstrengung wurden sie dann von Geschlechtspartnern als „voll" genommen und warfen auch stets die kleinsten Flügelstummel richtig am Bruchgelenk ab. Das gleiche geschah, wenn ich die Tiere im Hellen wiederholt in die Luft warf. Mit einem solchen künstlichen nachträglichen Hochzeitsflug gelang es sogar, Tiere wieder zu Ehepartnern umzubilden, die schon auf dem Wege zu Achrestogonimen waren, d. h. im Nest die Flügel zum Teil abgewetzt hatten und keine Neigung mehr verspürten, aktiv irgend etwas zu unternehmen.

Unter natürlichen Bedingungen werden die Geflügelten kaum schon zu Beginn der Bereitschaftsphase das Nest verlassen, sondern erst nach einiger Zeit. Tiere, welche die Fettkörper schließlich völlig aufgebraucht haben, beginnen zunächst zu fressen, d. h. sich durch das Holz zu nagen; jedenfalls besitzen ältere Geflügelte wieder Holzfasern im Darm, sowie auch Symbionten. Weiterhin ist mit dem beginnenden Drang nach dem Licht auch eine gewisse Scheu vor Feuchtigkeit verbunden, wie die Beobachtungen in Gipsnestern zeigten. So kommen sie schließlich auch unter natürlichen Verhältnissen immer mehr an die Oberfläche. Warme Tage lassen dann den Drang übermächtig werden; die noch entgegenstehenden Hindernisse werden überwunden, d. h. Holz oder sonstige Hüllen des Nestes zernagt, wie sich ebenfalls bei den Kunstnestern ergab. Daß hierdurch sich ebenso wie durch das aktive Fressen die Möglichkeit des Symbiontenerwerbes ergibt, sei dabei erwähnt. Und da hier, wie bei Ameisen und Bienen, schließlich die Erregung ansteckend wirkt, kann es schließlich zu den Massenabflügen kommen, die so oft schon beschrieben wurden.

Da manchmal die Männchen eher reif werden als die Weibchen, ist die Zusammensetzung der Flüge verschieden und begünstigt eine Befruchtung zwischen Tieren verschiedener Nester; bei *Kalotermes* sowohl wie bei *Anoplotermes* vereinigen sich aber auch Angehörige desselben Nestes zum

Liebesspaziergang,

dem wir uns jetzt zuwenden.

Die Frage, welches Geschlecht bei dem Liebesspaziergang die Führung hat, war lange Zeit ungeklärt, und ich fand bei *Kalotermes chilensis* bald Männchen, bald Weibchen voranlaufend. Bei *Anoplotermes* ist meist „sie" vorn und folgt „er" ihren Spuren, oft auch von fern, um sich dann manchmal sogar anzuklammern und ziehen zu lassen. Wenn das dadurch sehr erregte Weibchen das Männchen aber verlor, begann *sie* zu suchen und konnte dann ihrerseits nachlaufen. Ähnliches ließ sich dann bei *Kalotermes flavicollis* beobachten; hier konnte ebenfalls ein erregtes Weibchen ein weniger aktives Männchen anstoßen, so in Bewegung setzen und ihm dann folgen. Auch suchte einmal ein Weibchen, das zu einem im Holz verkrochenen Männchen gesetzt wurde, dieses aktiv auf, um dann erst die Flügel abzustoßen.

Durch geeignete Auswahl der Partner erreichte ich endlich sogar, daß die Männchen den Weibchen

Tabelle 2. Kalotermes flavicollis Auftreten von Ersatzgeschlechtstieren.

	Kultur	Nestart	Inhalt zu Beginn	Inhalt am Ende	Vers. Zeit	abgel. Eier	Ersatzgeschlecht Zahl	Ersatzgeschlecht Geschlecht
1	1 B	Gips	20 Stad. IV—VI	12 Stad. IV—VI	3 Mon.	—	1[1])	1 ♂
2	1 III	Gips	ca. 50 „ „	24 „ „	3 „	—	1[1])	1 ♂
3	4[5])	Glas	65 „ „ , 8 Sold.	16 „ „ , 7 Sold.	3 „	+	3[3])	2 ♀ 1 ♂
4	21	Gips	32 „ „	13 „ „	2 „	+	1	1 ♀ VI
5	2	Glas	63 „ „	19 „ „	2 „	+	2	1 ♀ 1 ♂
6	5	Glas	42 „ „	15 „ „	2 „	—	2	1 ♂ 1 ♂ VI
7	6[6])	Glas	40 „ „	14 „ „	2 „	+	1	1 ♀
8	8	Glas	22 „ „	15 „ „	2 „	+	2	1 ♀ 1 ♂
9	9[4])	Glas	65 „ „	50 „ „	2 „	+	2	1 ♀ 1 ♂
10	10	Glas	127 „ „	88 „ „	2 „	+	3	2 ♀ VI 1 ♂
11	11[4])	Glas	84 „ „ , 4 Sold.	57 „ „ , 1 Sold.	2 „	+	2[3])	1 ♀ 1 ♂
12	12	Glas	20 „ „	8 „ „	2 „	+	2	1 ♀ 1 ♂
13	3	Glas	23 „ „	—	2 „	—	—[2])	— —
14	36 A	Gips	9 „ „	9 „ „	1 1/2 „	—	1	1 ♂
15	36 B	Gips	8 „ „	8 „ „	1 1/2 „	—	1	1 ♀
16	17	Glas	23 „ „	8 „ „	1 „	—	2	1 ♀ 1 ♂
17	18	Holz	18 „ „	18 „ „	1 „	—	2	1 ♀ 1 ♂
18	13 A	Holz	12 „ „	6 „ „	1 „	—	2	1 ♀ 1 ♂
19	13 B	Holz	36 „ „	10 „ „	1 „	—	2	1 ♀ 1 ♂
20	15	Holz	6 „ „	6 „ „	1/2 „	—	2	1 ♀ 1 ♂
21	21 A	Glas	6 „ „	6 „ „	1/2 „	—	1	1 ♂
22	99 IV	Glas	20 „ „	19 „ „	1/4 „	—	1	1 ♀

Wo keine Bezeichnung hinter dem Geschlecht steht, handelt es sich um Ersatztiere ohne Flügelansätze (Stadium IV—V).

[1]) = Nester schlecht im Stand; am Absterben. [2]) = Nest starb aus.

[3]) = Ersatz bestand zum Teil aus Soldaten.

[4]) = Nest bildete nach Wegnahme der Ersatztiere nach 1—2 Monaten neuen Ersatz.

[5]) = Nest bildete nach Wegnahme der Ersatztiere (Soldaten) nach 1 Monat erneut Soldaten als Ersatz aus.

[6]) = Nach Absterben des Ersatz-Weibchens und 4 weiterer Tiere bestand das Nest nur noch aus 9 ♂; es wurde hier auch nach 1 1/2 Monaten kein Ersatz gebildet (vgl. Tabelle 3, Nr. 15).

Tabelle 3. Kalotermes flavicollis.

Erstes Auftreten von Ersatz-Geschlechtstieren bei dem in verschiedene Teile zerlegten Nest Kal. 22, das schon 3 Monate in Beobachtung war, aber ungestört blieb. Es enthielt beim Öffnen (4. VI. 1940): 1 ♀ 1 ♂ (Gründer) 4 Ersatztiere (♀ ♂), 303 Eier, 382 junge Larven (Stad. I—III), 283 „Arbeiter" (Stad. IV bis VI), 80 Früh-Nymphen (Stad. VI), 248 Spät-Nymphen (Stad. VII), 2 Imagines (Stad. VIII), 39 Soldaten (6 klein, 16 mittel, 15 groß).

Lfd. Nr.	Kultur	Nestart	Inhalt Larven Stad. I—III	Inhalt Arb. u. Nymph. Stad. IV—VI	Inhalt Spät-Nymphen Stad. VII	Inhalt Soldaten	Ersatzgeschlechtstiere nach	Ersatzgeschlechtstiere Zahl	Ersatzgeschlechtstiere Geschlecht
1	H	Glas	20	47	—	—	10 Tagen	1	1 ♀
2	J	Glas	20	50	—	—	11 „	2	2 ♀
3	VI C	Holz	12	6	—	—	11 „	1	1 ♀
4	VI	Gips	20	25	10	—	11 „	1	1 ♂
5	K	Gips	20	50	—	—	14 „	2	1 ♀ 1 ♂
6	L	Gips	20	75	—	—	3 Wochen	2	1 ♀, 1 ♂
7	G	Glas	25	30	—	1	3 „	1	1 ♂ VI
8	O	Glas	40	10	—	—	3 „	1	1 ♂ (?)
9	F	Glas	12	18	—	6	3 „	1	1 ♂ VI
10	M V	Holz	40	8	—	—	1 1/2 Mon.	2	1 ♀ 1 ♂ (?)
11	II	Gips	10	25	75	—	1 3/4 „	2	1 ♀ 1 ♂ VI
12	S	Holz	—	3	—	—	2 „	1*	1 ♀
13	P	Glas	ca. 30	—	ca. 30	—	2 „	—	—
14	R	Glas	—	—	ca. 50	—	2 „	—	—
15	B	Holz	8 (♂)	10 (♂)	—	—	4 „	—	—

Auch innerhalb von 3 Monaten traten keinerlei Geschlechtstiere auf in den Teilnestern, welche schon Geschlechtstiere enthielten (Gipsnest VI b, das neben dem Gründer-♂ und einem alten Ersatz-♀ 13 Larven Stad. I bis III, 6 Arbeiter Stad. IV—VI und eine Spät-Nymphe Stad. VII enthielt); weiter in Gipsnest A mit 1 Ersatz-♀ und 3 Ersatz-♂, 13 Arbeitern Stad. IV—V und 4 Früh-Nymphen Stad. VI. In diesem Nest A mit einer Überzahl von Ersatztieren trat sogar eine Rückbildung ein, so daß zuletzt nur ein Pärchen blieb.

Ein Fragezeichen (?) bedeutet, daß das Geschlecht bei den noch lebenden Tieren nicht genau festgestellt werden konnte, ein Stern (*), daß hier nur erst eine Anlage zu einem Ersatz-Geschlechtstier vorlag.

nachliefen und diese wieder den Männchen, also zwei Tiere sich im Kreis umeinander drehten („Liebesrundlauf"). Dies geschah z. B. dann, wenn man Tiere nach stürmischem Hochzeitsflug längere Zeit isoliert gehalten hatte. Die Anziehung wirkt demnach gegenseitig; sie dient nicht nur dazu, die Partner einander nahezubringen, sondern sie auch zusammenzuhalten.

Dies ist für den weiteren Ablauf der

Staatengründung

von großer Bedeutung. Hierdurch wird nämlich bewirkt, daß Männchen und Weibchen stets im Dunstkreis des anderen bleibt und beide gemeinsam arbeiten. Wie sehr dabei der Duft der Hinterleibsdrüsen den Zusammenhalt bewirkt, lehrten eine Anzahl von Beobachtungen und Versuchen. Hatte man Pärchen in Tuben zur Gründung zusammengesetzt und ein Männchen oder ein Weibchen verschwand *nicht* im Holz oder kam nach einiger Zeit wieder heraus und lief umher, dann konnte man sicher sein, daß dem Partner etwas zugestoßen war. Auch geschwächte und verletzte Männchen oder Weibchen hielten die gesunden Partner zurück, solange die Hinterleiber noch lebensfähig waren. Schließlich ließ ich Männchen und Weibchen sogar mit abgeschnittenem Abdomen des anderen Geschlechts zur Gründung schreiten. Die Tiere liefen wirklich auf die in das Holz gesteckten Hinterleiber zu, blieben in ihrer Nähe und begannen, sich neben ihnen einzugraben, und die Verdickung ihrer Körper zeigte an, daß die Keimdrüsen wirklich zu schwellen begannen, was nur bei erfolgreichem Gründungsbeginn geschieht.

Im Vorhergehenden haben wir die Erscheinungen bereits angeführt, die als Kennzeichen einer beginnenden und fortschreitenden Gründung dienen: Die Schwellung der Hinterleiber, welche der nach 10—14 Tagen einsetzenden ersten Eiablage vorangeht. An diesen Kennzeichen ließ sich bei weiteren Experimenten erweisen, ob eine Störung erfolgreich überwunden war. Gestört wurde die Nestgründung meist dann, wenn die geflogenen Männchen und Weibchen nicht allein blieben, sondern in Nester kamen, in welchen sich schon eine größere Zahl von Entwicklungsstadien befanden (z. B. Nest 6). Die Paare fanden dann meist nicht zueinander oder wurden wieder getrennt; in der Mehrzahl der Fälle versuchten sie übrigens auch das Weite zu suchen. Einzelne Geschlechtstiere konnten dagegen in Staaten ohne König oder Königin sofort aufgenommen werden und dienten dann als Ergänzung des Herrscherpaares. Wenn die Paare sich schon gefunden und eine Zeitlang gemeinsam gearbeitet hatten, war es dagegen ohne weiteres möglich, solche Tiere zusammen oder auch getrennt als Ersatz in weisellose oder halbverwaiste Nester zu geben, oder ihnen Arbeiter und Larven aller Stadien zuzugesellen (Nest 51, 52 u. a. m.). Eine abhängige unselbständige Staatengründung ist demnach bei den Termiten durchaus möglich.

Als störend erwiesen weiterhin die Experimente die Anwesenheit überzähliger Männchen oder Weibchen (Kulturen 33 fgd.). Stets ließ sich bei Versuchen dieser Art zeigen, daß, von gelegentlichen Beißereien abgesehen, keine heftigen Kämpfe stattfanden; zwei Männchen oder zwei Weibchen suchen sich aber doch gegenseitig wegzudrängen. Da das Weibchen meist keinen Bewerber bevorzugte, war einmal der eine einmal der andere an seiner Seite — und eine ganz ähnliche Lage ergab sich bei Anwesenheit von zwei Weibchen und einem Männchen. Das überzählige Tier begann sich dann stets wieder in die Arbeit zur Gründung einer Königskammer einzudrängen, und so ergaben sich immer neue Störungen. Starb ein überzähliger Partner, so wurde er aufgefressen oder eingebaut, und die Gründung ging dann ebenso normal weiter wie dann, wenn es einem Paar gelang, sich mit Kot und Holzspänen einzumauern und so den Störenfried auszuschließen. Der ausgeschlossene Überzählige lief daraufhin außen umher, sein Abdomen, das vielleicht durch längeres Beisammensein mit einem Partner schon etwas geschwollen war, verschmälerte sich wieder, und schließlich verkümmerte das Tier immer mehr, falls man es nicht noch zur rechten Zeit mit einem neuen Partner zusammengab. Solche Experimente führten durchaus zum Ziel und bewiesen, daß vielleicht auch in der Natur solchen „Ausgeschlossenen" gelegentlich ein neues Glück beschert sein mag!

Daß eine normale Gründung nur innerhalb einer gewissen Zeitspanne möglich ist, zeigten Versuche, in welchen überalterte Männchen und Weibchen zur Gründung gebracht werden sollten. Es war dabei gleichgültig, ob es sich um eine

Überalterung

vor oder nach dem Hochzeitsfluge handelte, oder ob die Tiere außerhalb oder innerhalb eines Nestes gehalten worden waren; die Gründung blieb aus, sofern die Bereitschaft dazu verpaßt war. Sie glückte auch nicht, wenn nur ein Partner überaltert, der andere dagegen funktionstüchtig war, wie z. B. in den Nestern 89—93.

Dies Nichtglücken einer Gründung ist den Fällen an die Seite zu stellen, in welchen ein Partner nicht geflogen war. In solchen Fällen funktionierten die Drüsen nicht, das eine Mal, weil sie nicht in Wirksamkeit traten, das andere Mal, weil sie rückgebildet waren. Es handelt sich dabei, wie wir später noch sehen werden, nicht nur um die Anlockungssekrete der letzten Abdominalringe, sondern auch um andere Ausschwitzungen, die mit der Weiterbildung der Gonaden Hand in Hand gehen und allem Anschein nach die Keimdrüsen des anderen Geschlechts anregen. Das läßt sich immer wieder auch an dem Verhalten der Gründer zeigen, die richtig ausgebildete Partner unaufhörlich beriechen und belecken, oft so stürmisch, daß sie sogar Körperteile anfressen, wie z. B. Fußspitzen oder Fühler, welche bei älteren Gründern meist abgeknabbert oder angenagt sind.

Die überalterten Imagines können in künstlichen Termitennestern noch lange am Leben bleiben und damit auch vielleicht sogar in natürliche Staaten aufgenommen werden. Sie stellen dann unechte oder

falsche Könige und Königinnen

dar, in gleicher Weise wie die schon erwähnten Achrestogonime, die sich von ihnen nur durch die nicht richtig abgeworfenen Flügel unterscheiden. Beide spielen aus den angeführten Gründen als Geschlechtspartner keine Rolle und erscheinen damit in dieser Hinsicht wirklich als zwecklos.

Für den Gesamtstaat sind sie indessen, wie meine Beobachtungen zeigten, doch nicht ganz unnütz, denn sie beteiligen sich oft recht eifrig an

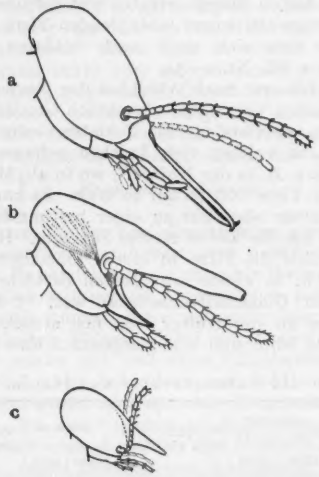


Fig. 5. Verschiedene Soldaten-Typen. a) Kiefer-Soldat von *Amitermes* (Mittel- und Südamerika); große Kiefer, kleine Stirndrüse. — b) Kiefer-Nasutus von *Anoplotermes* (Misiones, Nord-Argentinien), große Kiefer und große Stirndrüse. Diese Art von Soldaten wurde in natürlichen Nestern niemals beobachtet und nur im Laboratorium erzielt. — c) Nasen-Soldat (= Nasutus) von *Nasutitermes* (Südamerika). Keine Kiefer, riesige Stirndrüse.

der Brutpflege. Ihr mütterlicher oder väterlicher Instinkt ist demnach mit der Ausschaltung der Keimdrüsen nicht verschwunden, und so erweisen sie sich als das, was man bei höheren Termiten wie bei Bienen und Ameisen als „Arbeiter" bezeichnet; als eine Sonderkaste also, die bis zum Imaginalstadium fortgeschritten ist. Für den *Kalotermes*-Staat, welcher in den älteren Larven und den jüngeren Nymphen eine genügend große Zahl arbeitender Nestgenossen besitzt, ist der praktische Wert dieser geschlechtslos gewordenen Imagines jetzt sicher gering; für die Vorfahren der Termiten, deren Brutpflege vermutlich ebenso wie jetzt noch bei manchen Schaben sich nur auf die jüngsten Entwicklungsstadien beschränkte, könnte die Anwesenheit solcher Helfer noch von Bedeutung sein. Für die theoretische Betrachtung liefert jedenfalls die Entdeckung dieser „falschen Könige und Königinnen", sowie die Feststellung ihrer Entstehung durch Verkümmerung der Gonaden und ihrer Funktion als Mitarbeiter eine wertvolle Bereicherung. Gestatten sie es doch, uns eine bessere Vorstellung davon zu machen, wie bei primitiven Insekten aus einfacher Brutpflege Vorstufen staatlichen Lebens entstanden.

Sie geben außerdem noch Hinweise auf die erstmalige Ausbildung anderer

Sonderkasten

im Termiten-Staat, die überall auf ähnliche Weise, aber aus *Entwicklungsstadien* hervorgehen. Bei den höheren Termiten-Gruppen (Meso- und Metatermitiden) gibt es echte Arbeiter, die nicht, wie bei den primitiveren Formen (Masto- und Pro-

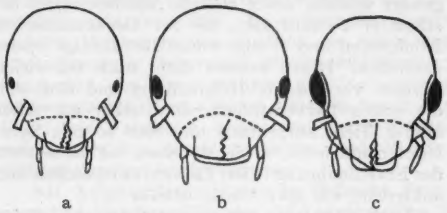


Fig. 6. Köpfe von *Kalotermes chilensis* (Süd-Chile). a) Arbeiter mit kleinen Augen, die bei anderen *Kalotermes*-Arten sogar fehlen (z. B. bei *Kalotermes flavicollis*). b) Ersatzgeschlechtstier mit mittelgroßen Augen. c) Geschlechtstier mit großen Augen.

termitiden), nur ältere, noch umbildungsfähige Larven sind, sondern ein Endstadium und damit eine besondere Kaste darstellen. Sie verhalten sich, da sie geschlechtsuntüchtig wurden, zu den ihnen angehörigen Larvenformen ähnlich wie die „Achrestogonime" zu den echten Königen und Königinnen. Als Abzweigungspunkte kommen in Betracht die Larvenstadien III, IV und V (vgl. Tabelle 1), und damit stimmt überein, daß bei manchen hochentwickelten Termiten (wie z. B. bei *Trinervitermes*) tatsächlich auch dreierlei verschiedene echte Arbeiterkasten gefunden werden. Meist sind allerdings nicht alle diese Möglichkeiten verwirklicht; wie schon erwähnt, gibt es bei *Kalotermes* und anderen primitiveren Formen nach jetziger Kenntnis überhaupt keine besondere Arbeiterkaste, die sich aber vielleicht einmal durch besondere Bedingungen herausdifferenziert.

Ähnlich wie mit den echten Arbeitern steht es mit den Soldaten: es gibt hier die gleichen Möglichkeiten der Abzweigung (Larvenstadium III—V, vgl. Tabelle 1), und demgemäß Termiten mit 3 (*Capritermes, Acanthotermes* u. a.), mit 2 (wie *Kalotermes, Mirotermes* u. a.), mit 1 (*Mastotermes, Reticulitermes* u. a.) sowie ohne jede Soldatenkaste (*Anoplotermes*), und hier, bei *Anoplotermes*, ist es

wirklich geglückt, im Kunstnest die fehlenden Soldaten zu erzielen, und zwar in einem Typ, der in der Natur nie vorkommt (Fig. 5b).

Damit sind wir bei dem Problem angelangt, was denn für die Entstehung der Sonderkasten verantwortlich gemacht werden muß. Es besteht nach jetziger Kenntnis wohl Übereinstimmung darüber, daß es nicht genetische Faktoren sind, wie man gelegentlich annahm, sondern äußere Bedingungen (ESCHERICH, EMERY, WEYER, KALSHOVEN u. a.), und zwar besondere Ernährung zu bestimmter Zeit (GOETSCH), welche, ähnlich wie bei den Ameisen, die Entwicklungsrichtung festlegt (vgl. Naturwiss. **25**, 803). Als Ernährung kommen für die bisher genauer untersuchten Termitenlarven in Betracht: Holz- und verrottete Pflanzenteile, welche sie schon vom Stadium II an selbständig aufnahmen und mit Hilfe der Symbionten verwerteten; Eier und eigene Nestgenossen, die oft schon vor ihrem Ende eifrig angenagt werden, sowie endlich Abscheidungen bestimmter Futterdrüsen, die für die erwachsenen Königinnen und Könige meist die alleinige Speise darstellen. Hinzu kommt dann noch bei vielen Formen vorverdaute Holznahrung und Kot, den die ersten Larvenstadien unmittelbar am After älterer Tiere aufnehmen und sich so mit Symbionten infizieren, sowie Mycelien, die vermutlich der Eiweißnahrung (Eier, Larven) entsprechen und außerdem, wie dort, Chitin liefern.

Nach dem, was wir bis jetzt wissen, scheint ebenso wie bei den Ameisen feste Eiweißnahrung die Soldatenentwicklung zu begünstigen. Dies läßt sich daraus schließen, daß bei den in der Natur soldatenlosen *Anoplotermes* Großköpfe und ihre Vorstadien dann entstanden, als infolge unnatürlicher Verhältnisse nur Eier und Leichen verzehrt wurden. Weiterhin ist bei *Kalotermes*-Arten die Prozentzahl der Soldaten in jungen, kleinen Nestern, in welchen immer viel Eier gefressen und verfüttert werden, stets stark erhöht gegenüber großen Staaten mit viel Pflegern, die Holz in Massen zernagen und verarbeiten (vgl. Tabelle 4 sowie GOETSCH, KALSHOVEN u. a.). Vermutlich werden die verschiedenen Stadien nie *einseitig* gefüttert, es spielt vielmehr eine bestimmte Menge eines bestimmten Futters zu einer bestimmten Zeit eine Rolle, um die Entwicklung in dieser oder jener Richtung zu beeinflussen. So ist es auch zu erklären, daß in jungen Staaten mit geringer Nahrungsmenge alle zuerst schlüpfenden Tiere kleiner bleiben, aber sich doch auch Soldaten bilden (Tabelle 4, lfd. Nr. 1—5).

Bei den erst nach Abschluß der Niederschrift erfolgreichen Versuchen, absichtlich Großköpfe zu erhalten, entstanden die Soldaten lediglich in Nestern, in welchen viele Leichen gefressen wurden, wie z. B. in der Kultur I, wo in $4^1/_2$ Mon. die Zahl der Tiere von 70 auf 20 sank. Es kann dies Eiweißfutter aber nur zu einer bestimmten Zeit wirken, wie die kleine Kultur B zeigte. Hier befanden sich die Tiere in einem einfachen Holznest; d. h. in einem ausgehölten Brettchen, das mit einer Glasscheibe bedeckt war. 5 Monate lang war an der Kultur, die fast ausschließlich von Holz lebte und nur gelegentlich eine Leiche

Tabelle 4. Kalotermes flavicollis. Übersicht über die Anfangsnester aus Ischia.

	Kultur	Alter Jahre	Bemerkungen	Geschlechtstiere (zu Beginn)[1]	Eier	Larven Stad. I—III	„Arbeiter" Stad. III—VI klein	„Arbeiter" Stad. III—VI groß	Nymphen Stad. VII	Imagines	Soldaten klein	Soldaten groß	Verhältnis Arb. : Sold.
1	19	1	gezüchtet	Gründer ♀ u. ♂	+	einige	4	—	—	—	1	—	4 : 1
2	7	ca. 1	einjähriger	Gründer ♀ u. ♂	+	—	5	—	—	—	1	—	5 : 1
3	25	ca. 1	Zuchtkolonie	Gründer ♀ u. ♂	+	5	3	—	—	—	1	—	3 : 1
4	15	ca. 1	gleich	Gründer ♀ u. ♂	36	13	3	—	—	—	1	—	4 : 1
5	16	1—2	etwas größere	Gründ.-♀, Ers.-♂[2]	+	40	3	—	—	—	6	2	3 : 1
6	1 A	ca. 2	Bauten, wenig	Ers.-♀, Gründ.-♂	+	einige	ca. 40		—	—	2	4	7 : 1
7	9	ca. 2	Kot	Gründ.-♀, Ers.-♂[2]	+	10	ca. 65		—	—	10	1	6 : 1
8	8	2—3	noch keine	— —	—	—	—	22	—	—	1	2	11 : 1
9	4	2—3	Nymphen	— —	+	—	—	65	—	—	1	7	8 : 1
10	6	2—3	wenig Kot,	Ers.-♀[3] —	+	15	—	40	2	—	1	2	13 : 1
11	99	2—3	noch Gründer	Gründ.-♀, Ers.-♂	99	7	—	269	—	ca. 50	5	16	14 : 1
12	22	ca. 3	vorhanden	Ers.-♀, Gründ.-♂	303	391	—	621	248	7	22	17	16 : 1
13	13 AB	alt	Teilstücke	— Ers.-♂[3]	—	5	—	59	11	—	—	4	15 : 1
14	2	„	von alten	— —	—	9	—	63	5	—	—	4	16 : 1
15	5	„	Nestern; lange	— —	—	16	—	42	einige	—	—	2	21 : 1
16	11	„	verlassene	— —	—	—	—	84	2	—	—	4	21 : 1
17	3	„	Gänge, mit	— —	—	7	—	23	einige	—	—	1	23 : 1
18	17	„	Kotmassen	— —	+	14	—	23	2	—	—	1	23 : 1
19	1 III	„	angefüllt;	— —	—	—	—	ca. 50	einige	—	—	2	25 : 1
20	14	„	Nymphen	— —	—	—	—	63	einige	—	—	2	31 : 1
21	10	„	vorhanden	— —	—	—	—	127	9	—	—	4	32 : 1
22	1 B	„		— —	—	—	—	ca. 20	einige	—	—	—	?

[1]) Bei allen Nestern ohne Geschlechtstiere gab es später Ersatzgeschlechter.
[2]) Hier wurde eine der ersten Nymphen zu einem Ersatz-♂.
[3]) Das Geschlecht war nicht genau feststellbar.

verzehrte, nichts zu bemerken. Als aber infolge zu starker Befeuchtung die Hälfte der Termiten innerhalb zweier Tage einging, und die andere Hälfte die Leichen auffraß, bekam ein frisch gehäutetes Kalotermes-Männchen des Stad. IV einen großen Kopf und verlängerte Mandibeln. *Der auslösende Faktor der Eiweißnahrung traf hier mit der Bereitschafts-Phase unmittelbar nach der Häutung zusammen und ließ so beinahe unter meinen Augen einen Soldaten entstehen.*

In stark besiedelten Nestern mit vielen Pflegern steht den Jungen neben anderem Futter auch viel Nahrung aus den Kopfdrüsen zur Verfügung, eine Art Nährspeichel, welcher in der Hauptsache dem Königspaar gegeben wird. Dieser Futtersaft begünstigt bei der Königin das oft riesige Anschwellen des Hinterleibes (Fig. 4); er bewirkt aber auch die Entwicklung der Larven in Richtung zu Geschlechtstieren. Wenn nun in einem Nest das Königspaar stirbt oder weggenommen wird, dann steht Nahrungsspeichel im Überfluß zur Verfügung, es erhalten nunmehr alle möglichen anderen Tiere mehr von dieser besonderen Nahrung als sonst, und so kommt es schließlich dazu, daß sog.

Ersatzgeschlechtstiere

auftreten.

Dieser „Monarchen"-Ersatz kann nun bei ein und derselben Termitenart ganz verschieden aussehen. Es handelt sich nie um echte Weibchen oder Männchen mit normal abgeworfenen Schwingen; wohl aber können Tiere mit mehr oder weniger entwickelten Flügeln dabei angetroffen werden, ferner solche mit und ohne Flügelscheiden, gelegentlich sogar Individuen vom Soldatentyp, die ihrerseits wieder mit oder ohne Flügelanlagen auftreten. Da das Aussehen all dieser Tiere je nach dem Alter wechselt, gibt es eine Fülle von Möglichkeiten, deren Deutung und Entstehung bis jetzt nie recht gelang (vgl. WEYER).

Dadurch, daß ich noch einen ganz neuen Typ von Ersatzköniginnen in meinen Zuchten erzielen konnte, vermehrte sich die Zahl der Möglichkeiten noch etwas; dieser neue Typ liefert aber gleichzeitig den Schlüssel zum Verständnis der anderen Ersatztiere und gestattete außerdem den Anschluß an die echten Könige und Königinnen. Es handelt sich bei diesen Tieren um Spätnymphen (Fig. 3a), die in engen Holznestern unter einer Anzahl größerer Larven zu Imagines wurden. Die schlüpfenden Tiere vermochten im beengten Raum der Zuchtgefäße ihre Flügel nicht richtig zu entfalten; ihre in Ausbreitung befindlichen, noch nicht voll entspannten Schwingen klebten vielmehr an den Wänden der Nester an und verkümmerten auf diese Weise. Hierdurch wurde der Entwicklungsablauf stark verzögert; das tat sich beispielsweise kund in verlangsamter Ausfärbung des Pigments. Erhielten solche Tiere, die durch das Ankleben teilweise unbeweglich geworden waren, von den Nestgenossen viel Futter, so wurde die Weiterentwicklung in Richtung auf das endgültige Imagostadium gehemmt, die Pigmentierung von Thorax und Abdomen blieb hell und auch der Fettkörper nahm nicht so ab wie bei Normaltieren. Dagegen begannen die Keimdrüsen zu wachsen und waren nach kurzer Zeit so funktionsfähig, daß Eier abgelegt werden konnten, — weit zeitiger als bei Normalweibchen, die, wie wir sahen, ja auch erst geflogen und mit einem Männchen zusammen gegründet haben mußten, bevor die Eiablage begann.

Es wurde demnach auf diesem kurzen, innerhalb weniger Tage ablaufenden Entwicklungsstadium eine Hemmung der Gesamtentwicklung erzielt, während die Keimdrüsen sich beschleunigt entfalteten.

Ganz das gleiche geschah nun auch in Versuchen, bei denen verschiedene *Larvenformen* benutzt wurden: auch sie vermochten sich dann, wenn sie ohne echte „Monarchen" gehalten wurden, in geschlechtstüchtige Formen zu verwandeln, obwohl die Weiterentwicklung im Gesamtbau gehemmt blieb. Es entstanden so mit anderen Worten in den Zuchten die schon aus Freilandnestern bekannten *Ersatzgeschlechtstiere*; wenn man von einem während der Versuchszeit ausgestorbenen Nest absieht, sogar in 100% der Fälle, wie Tabelle 2 zeigt, und zwar Ersatzgeschlechtstiere, deren Auftreten und Weiterbildung dauernd kontrolliert war.

Als Ausgangsform kamen in Betracht Frühnymphen (Stadium VI) oder die Larvenstadien V und IV. In jedem der 3 Fälle wurde nach etwa 2 Monaten Eiablage festgestellt, sofern es sich um Weibchen handelte, oder die Geschlechtstüchtigkeit durch die später noch zu behandelnden Versuche biologisch kontrolliert. Es kam der Beobachtung zugute, daß mit beginnender Ausbildung der Gonaden sich ein, wenn auch nur geringer, Farbumschlag einstellt; die sonst gelblich-weiße Tönung des Körpers ging zunächst in ein schwer beschreibbares opalisierendes Bläulich-Violett über, das, als man erst darauf eingestellt war, sofort erkannt werden konnte. Später machte sich die Verfärbung auch dadurch geltend, daß die Augen pigmentiert wurden, die bei den Larven und Frühnymphen von *Kalotermes flavicollis* im Gegensatz zu *Kalotermes chilensis* nicht erkennbar sind (vgl. Fig. 6). Die Verfärbung, die einmal sogar schon am 3. Tage erkennbar war, nahm nur allmählich zu, um nach 3 Monaten etwa leicht hellbraun zu werden und sich später so darzustellen, wie die Ersatzgeschlechtstiere in der Literatur beschrieben werden.

Nachdem die schon von GRASSI festgestellte Möglichkeit, bei Abwesenheit von König und Königin in verhältnismäßig kurzer Zeit Ersatzgeschlechtstiere zu erhalten, hier im großen bestätigt war, ging ich dazu über, einen voll erwachsenen Staat (Nest 22) in viele Kulturen aufzuteilen. Die für das Problem in Betracht kommenden Versuche sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Aus dieser Tabelle sowie aus gleichzeitig

laufenden „Kleinstaaten" von nur 3—6 Tieren, aus Nestern mit *nur* Soldaten oder *nur* Ersatztieren, aus Hungerkulturen in leeren Gipsnestern, sowie endlich Kontrollkolonien mit Geschlechtstüchtigen ließen sich dann einzelne Faktoren herausschälen, die für die Umbildung verantwortlich gemacht werden müssen.

Zunächst war festzustellen, daß die gleichen Termiten, die während des Zusammenlebens im gemeinsamen Staat in 3 Monaten gerade nur 4 Ersatztiere geliefert hatten, jetzt nach der Trennung in nicht ganz 2 Monaten 16 aufzogen. Als zweites ergab sich, daß die Umbildung sehr rasch vor sich ging; bei manchen Teilnestern (22 H.G. VI C u. VI) waren sie schon am 10. bis 11. Tage, bei einem anderen, dem die umgebildeten Ersatztiere wieder weggenommen wurden, sogar schon am 3. Tage erkennbar. Im Zusammenhang damit konnte die Frage geklärt werden, ob der Umbildung eine Häutung vorauszugehen hat. Diese Frage ist dahin zu beantworten, daß bei frisch gehäuteten Individuen die Umbildung schneller geschieht; die Tiere sind dann, wie auch WEYER meint, in einer Art embryonaler Umprägsamkeit. Es ist aber keinesfalls so, als ob der Reiz, welcher die Umbildung bewirkt, *vor* einer Häutung *einsetzen müßte* und erst *nach* der Häutung *erkennbar wäre*; die verschiedenen Larvenstadien wandeln sich vielmehr unmittelbar um, wie schon KALSHOVEN aus seinen Experimenten schloß. Es wandelten sich auch, genau wie bei diesen Versuchen, nicht nur die Frühnymphen (Stadium VI) um, sondern Larven ohne Flügelstummel (Stadium V u. IV); für Stadium III fehlt mir noch der Beleg. Die Umbildung ging in gleicher Zeit vor sich bei Hungertieren oder solchen, die an Stelle der gewohnten Nahrung mit Zucker oder Hefe gefüttert wurden. In völlig leeren Gipsnestern schritten sogar die dort entstandenen Ersatzweibchen der Stadien VI und V schon nach etwa einem Monat zur Eiablage.

Daraus geht eindeutig hervor, daß für die Entstehung des Ersatzes lediglich die Fütterung mit den Abscheidungen der Kopfdrüsen in Betracht kommen kann, denn andere Nahrung stand den Hungertieren gar nicht zur Verfügung.

Eine äußere Umbildung ließ sich dagegen nie feststellen bei Kleinnestern von 4 Tieren und weniger; in diesen Fällen reicht vermutlich das Futter nicht aus. Interessant ist dagegen, daß doch einmal bei einem Nest mit nur 3 Tieren (1 ♂, 2 ♀) bei einem Weibchen nach einem Monat eine geringere Vergrößerung des Ovars festgestellt werden konnte. Es war aber kleiner als bei den übrigen Ersatzweibchen und enthielt nur 4 Eiröhren (Tabelle 3, 22 S.). Danach ist offenbar die Stärke der Ausbildung von dem Quantum des Futtersaftes abhängig, wie dies ja auch an anderer Stelle angenommen werden muß: Eine einzige Königin schwillt um so mehr an, je stärker der Staat ist; wird sie durch mehrere Ersatztiere abgelöst, so erreicht keine derselben die völlige Größe.

Aus der Tabelle 2 geht ebenfalls hervor, daß man im allgemeinen auf *mehr* Ersatztiere zählen kann, wenn *viele* Fütterer vorhanden sind; wir werden später sehen, daß bei zu wenig Pflegern junge Ersatztiere sogar rückgebildet werden können (vgl. Bemerkungen zu Tabelle 3). Noch nicht spruchreif ist die Frage, warum bei Nestern mit nur Nymphen die Umbildung unterblieb (Teilnest 22 P u. R u. a.). Es ist aber auch möglich, daß man den Monarchenersatz bei Stadium VII einfach nicht erkannte. Da die Tiere auf diesem Stadium Augen- und Geschlechtsorgananlagen besitzen, ist es kaum möglich zu sagen, ob man eine Übergangsform zu echten Imagines vor sich hat oder künftige Ersatztiere. FR. WEYER hat bei *Microcerotermes* Ersatzgeschlechtstiere auch von Stadium VII beobachtet, so daß solche Tiere wohl auch bei *Kalotermes* möglich sind. Sind doch meine imaginalen Ersatzweibchen ein deutliches Zeichen dafür, daß sogar das Stadium VIII noch unmittelbar umbildungsfähig ist.

Versuche zur Erzielung von Ersatzgeschlechtstieren der Stadien VII, die aus Mangel an geeignetem Material nur in kleinerem Maßstabe stattfanden, brachte bisher keine endgültige Klärung; sie zeigten aber überraschenderweise, daß man auch künstlich geschlechtstüchtige

Soldaten-Männchen und -Weibchen

unmittelbar heranziehen kann. In eine Kultur (10 A) waren eingesetzt 9 Spätnymphen (Stadium VII), 38 Frühnymphen (Stadium VI) sowie 4 Soldaten. Durch Verwandlung zum späteren Stadium und Abfliegen der Imagines bestand das Nest noch 3 Wochen aus 38 Spätnymphen, 1 Frühnymphe und noch 2 Soldaten. Die Untersuchung ergab bei den Nymphen kein eindeutiges Kennzeichen der Ersatzgeschlechtstiere, wohl aber war unter den zwei Soldaten der eine ein geschlechtstüchtiges Männchen mit voll ausgebildetem Hoden, der andere ein Weibchen mit reifen Eiern. Beide Tiere erwiesen sich im Vergleich zu anderen Soldaten als besonders stark ausgefärbt. Auch in anderen Nestern, wie z. B. in 22 FI mit 6 Soldaten beiderlei Geschlechts und 5 Larven, zeigte die Sektion, daß in genau derselben Zeit wie bei Arbeitern (Tabelle 3) ein Soldat schon nach 11 Tagen wohl ausgebildete Ovarien besaß.

Auf Grund dieser Ergebnisse wurde den Soldaten auch bei den anderen Nestern erhöhtes Interesse zugewandt. Es ergab sich dabei, daß in Nest 4, in welchem sich gegen die Erwartung trotz großer Zahl von Arbeitern während $3^3/_4$ Monaten zunächst nur 1 Ersatzweibchen erkennen ließ (Tabelle 2, Nr. 4), einer der 6 Soldaten ein voll entwickeltes Männchen, ein anderer ein Weibchen war; die übrigen zeigten keine Gonaden oder nur Anlagen.

Im Nest 9, das nur 5 Soldaten enthielt, unterblieb die Ausbildung von Ersatztieren. Dies konnte daran liegen, daß hier zu wenig Individuen zusammensaßen; der Grund konnte aber auch ein anderer sein: Alle Tiere waren *Männchen*, und in

solchen Fällen unterblieb auch bei Arbeitern die Ausbildung von Ersatz-Königen oder -Königinnen (vgl. Tabelle 3 B, sowie Tabelle 2 Bemerkung zu Nest 6).

Wir kommen damit zu einem neuen Punkt: Es muß allem Anschein nach stets mindestens ein Tier des anderen Geschlechts im Nest sein, wenn Ersatzgeschlechtstiere auftreten sollen. Es spielten also nicht nur bestimmte Mengen des Futtersaftes eine Rolle, sondern auch vermutlich Stoffe, die das andere Geschlecht abscheidet.

Hemmung und Rückbildung.

Damit sind wir wieder bei Erscheinungen angelangt, die wir schon bei der normalen Nestgründung fanden: auch dort bildet sich ein Männchen oder Weibchen nicht weiter, sofern sich ihm nicht ein Partner zugesellt. Nur bei Anwesenheit des anderen Geschlechts schwillt das Abdomen richtig an, und die Schwellung geht wieder zurück, wenn der Geschlechtspartner fehlt oder Überzählige aus der Hochzeitskammer ausgeschlossen werden.

Die Ersatztiere verhalten sich nun ganz so wie die vollwertigen Geschlechter; sie vermögen übrigens auch dann, wenn sie reif geworden sind, allein oder in Verbindung mit Normal-Imagines neue Staaten zu gründen. Dies geschah beispielsweise bei Nest A I, wo beide Partner Ersatztiere, und 10 D, 10 E, 22 II und 77, wo Männchen oder Weibchen Entflügelte waren. Die Rückentwicklung der Kennzeichen einer Umbildung zeigten dagegen die isolierten Tiere, welche infolge nicht abgeschlossener Ausbildung noch der Ernährung mit Futtersäften bedurften, oder die mit unreifen Geschlechtspartnern irgendwelcher Art zusammengesetzten Männchen und Weibchen. So enthielt z. B. Nest 8 zwei Ersatzmännchen und ein nicht voll entwickeltes Ersatzweibchen. Schon nach 12 Tagen ließ sich bei diesen ein Rückgang der Färbung erkennen, und die braunen Augen verblaßten immer mehr. Bei den Männchen dauerte die Rückfärbung etwas länger; die anatomische Untersuchung ergab aber, daß die Hoden in Rückbildung waren. Bei Nest C 10, mit einer Imago und einem Ersatzweibchen, ging bei dem ersten die Ovarbildung nicht weiter, wie die äußerliche Betrachtung und die spätere Sektion ergab; das zweite Weibchen bildete die Färbung wieder zurück, so daß von den Augen zuletzt nur die Umrisse sichtbar blieben, und das Ovar zeigte nach dem Abtöten typische Zerfallserscheinungen (vgl. WEYER). Mit am schönsten waren die Beobachtungen an dem Ersatzweibchen des Versuches 11 B, das im Kunstnest bereits längere Zeit über Eier gelegt hatte. Nach der Isolierung bildeten sich Färbung sowohl wie Ovar wieder völlig zurück, so daß es von einer Larve des Stadiums VI kaum unterschieden werden konnte. Bemerkenswert ist endlich, daß auch nur erst angelegte Kennzeichen einer Umbildung in Richtung zum Ersatz rückgängig gemacht werden und solche Tiere dann wieder normalen Larven gleichen. Dies geschah z. B. bei Männchen des Nestes 22 A, in welchem bei nur wenig Pflegern 4 Ersatztiere lebten (vgl. Bemerkungen bei Tabelle 3). Solche Tiere, bei denen die Entwicklung *gehemmt* ist, werden vermutlich in einem großen Nest viel mehr vorhanden sein als feststellbar ist, und sie sind es sicherlich auch, die schon in kürzester Zeit zu Geschlechtstüchtigen heranwachsen, wie dies sich beispielsweise bei Nestern ergab, wo nach Entfernung von König und Königin schon nach 3 Tagen Anzeichen dafür erkennbar wurden. Auch hierfür haben wir ja ein Analogon bei der normalen Gründung, wo die in Bereitschaft stehenden Tiere, auch wenn längere Zeit in der Entwicklung gehemmt, nur eines auslösenden Anstoßes bedürfen. —

Bei einem Rückblick über die Vorgänge bei der Staatengründung und der Entwicklung von Ersatzgeschlechtstieren ergibt sich eine einheitliche Linie, die immer wieder auf zwei Faktoren beruht, nämlich auf

Bereitschaft und Auslösung.

Durch entwicklungsgeschichtliche Vorgänge werden die Geflügelten bereit zum Hochzeitsflug; um ihn auszuführen, bedürfen sie eines auslösenden Faktors. Der Hochzeitsflug selbst liefert die Vorbedingung für den Abwurf der Flügel, den Liebesspaziergang und das Zusammenhalten der Partner; alle diese Vorgänge unterbleiben bei seinem Ausfall. Bei Ernährung mit dem Futter, das bei Anwesenheit geschlechtstüchtiger Könige und Königinnen diesen zugute kommt, wird bei den verschiedensten Larvenformen die Gonadenbildung gefördert, die Normalentwicklung dagegen gehemmt, und dies bildet wieder die Vorbedingung für den Ersatz. Denn solche Tiere können sich, wenn als auslösender Faktor die Anwesenheit von Geschlechtspartnern hinzukommt, zu wirklichen Ersatz-Königen und -Königinnen umbilden, in genau der gleichen Weise, wie auch die entflügelten Imagines ihre Gonaden weiter entwickeln, wenn ein Tier des anderen Geschlechts vorhanden ist.

Überall muß der auslösende Faktor auch zur *richtigen Zeit* eintreten, sonst ist er unwirksam; dies ergibt sich z. B. bei der Soldaten-Entwicklung. Fehlt der aulösende Faktor zur richtigen Zeit, so sehen wir sogar Rückbildung der Bereitschaft, wie die überalterten Könige und Königinnen zeigen, sowie die Ersatztiere, die wieder larvenähnlich werden. Aber sogar dann, wenn durch bestimmte Ernährung und zu bestimmter Zeit eine Entwicklung eingeschlagen ist, die nicht mehr rückgängig gemacht werden kann, wirkt ein auslösender Faktor noch gelegentlich; dies zeigen am eindrücklichsten die geschlechtsreif werdenden Soldaten.

Daß in vielen dieser Fälle, sei es für die Bereitschaftsstellung oder für die auslösenden Reize, die

Wirksamkeit bestimmter Stoffe

eine Rolle spielt, ist anzunehmen. Um welche Stoffe es sich handelt, muß noch festgestellt

werden; wir können hier nur darauf hinweisen, daß bei dem Wurm *Bonellia* ebenfalls Abscheidungen des anderen Geschlechts Hemmung der Entwicklung und frühzeitige männliche Keimbildung bewirkt, und daß weiterhin bei Amphibien Schilddrüsenextrakt die Gesamtentwicklung der Kaulquappen sehr beschleunigt, das Wachstum aber abstoppt und in gewissem Gegensatz dazu Stoffe der Thymusdrüse die Larven groß werden lassen, die Entwicklung (Metamorphose) aber hemmen. Mit solchen Riesenlarven, die wir bei Fröschen, Kröten und Molchen leicht herstellen können, haben die Ersatzgeschlechtstiere der Termiten eine gewisse Ähnlichkeit, am meisten vielleicht mit den sog. neotenischen Larven von *Amblystoma* (Axolotln), die normalerweise geschlechtsreif werden.

Alle solche Fragen lassen sich hier nur ganz kurz streifen, und ebenso andere allgemein-biologische Probleme, die sich bei der Betrachtung der Termitenentwicklung ergeben.

So steht z. B. in Wechselwirkung

die Symbiose der Einzeltiere und die Pilzzucht der Gesamtheit,

wie unsere Untersuchungen bereits ergaben, derart, daß bei Pilznahrung auch bei den normalerweise Flagellaten beherbergenden *Kalotermes* die Protozoenfauna im Darm stark eingedämmt wurde.

Im Zusammenhang damit ist zu erwähnen die sog. organizistische Betrachtungsweise, welche die Insektenstaaten als Organismen höherer Ordnung auffaßt. Erinnern wollen wir dabei nur noch einmal daran, daß wir bei den Termiten ein

staatliches Regenerationsvermögen

fanden, welches auch im einzelnen an die Wiederherstellungsvorgänge bei niederen Tieren anklingt, wenn wir die *Elemente der Regeneration* berücksichtigen. Die indifferenten Larvenformen der Stadien I—III sind vergleichbar den nicht differenzierten Regenerationszellen, neben denen es dann noch solche gibt, die bereits relativ determiniert erscheinen: in gleicher Weise wie die älteren Larven von *Kalotermes*, die zwar schon in Richtung zu Geschlechtstieren festgelegt sind und keine Soldaten mehr werden können, wohl aber noch die verschiedensten Arten von Männchen und Weibchen. Sie *warten* gewissermaßen nur auf auslösende Reize, ganz gleich den betreffenden Zellen einer Hydra und einer Planarie, um als Ersatz in Funktion treten zu können, und sind ebenso manchmal nur zu beginnender Entwicklung angeregt, um dann wieder gestoppt zu werden. Und wie bei der Individualregeneration manchmal an Stelle des verlorengegangenen Organs deren mehrere entstehen, werden auch durch das staatliche Wiederherstellungsvermögen der Termiten viele zugleich geschaffen, wie sich bei den Ersatzgeschlechtstieren immer wieder ergibt, als ein Zeichen dafür, daß hier wie dort eine *bewußte* Planung nicht vorliegt.

So ergeben sich auch gelegentlich einmal Sinnlosigkeiten, wie die Entstehung vieler Männchen im Termitenstaat ohne Weibchen, oder umgekehrt (vgl. Tabelle 2 u. 3), oder aber die Ausbildung von mundlosen, jedoch stark bewaffneten Hydren, wie sie in meinen Versuchen auftraten (GOETSCH 1925).

Solche Wehrformen erweisen sich indessen bei der zusammengefaßten Vielheit (Hydroiden-Kolonien) als Vorteil, so wenig lebensfähig sie *allein* sind, und ähnlich steht es mit den Soldaten der Termiten, die als Einzelwesen eine Sinnlosigkeit darstellen, im Staate dagegen von Nutzen sind.

Mit den Organismen höherer Ordnung hat man die Insektenstaaten ja schon oft verglichen, ohne allerdings wohl darauf hinzuweisen, daß sich bei ihnen sogar eine Art

Generationswechsel

anbahnt, wenn wir dies Wort im weitesten Sinne anwenden. Sehen wir doch bei manchen Formen, wie auch gerade bei *Kalotermes*, daß die Gründer nach Erzeugung einer Anzahl von Nachkommen sterben und durch andersgestaltete Männchen und Weibchen ihrer Nachkommen ersetzt werden. Diese sind es im allgemeinen, welche dann erst wieder richtig geflügelte Individuen erzielen.

Dies führt zu einem weiteren Punkt: der

Entwicklung neuer Formtypen,

wie sie sich am ausgeprägtesten in dem spontanen Auftreten, vorher nicht vorhandener Soldaten bei *Anoplotermes* unmittelbar im Laboratorium ergab.

Wir dürfen annehmen, daß in der Natur sich die Vorgänge ähnlich abspielen: daß nämlich aus irgendeinem Grunde, vielleicht durch gar nicht in Erscheinung tretende Genmutationen, eine latente Bereitschaft zu Extremformen entstand, eine besondere Reaktionsform besonders plastischer Organteile, welche dann unter dem Einfluß eines auslösenden Reizes plötzlich die Sonderkaste lieferte. So übergangslos und so verschieden von den früheren Typen, daß man sie oft, wie die Soldaten, als andere Art oder vielleicht sogar Familie ansehen würde, wenn man um ihre Herkunft nichts wüßte. Eine verschiedene Umwelt als auslösender Reiz liefert dann sicherlich auch *verschiedenartige* Soldaten, so daß es mir nicht ganz richtig erscheint, auf Grund der *Soldaten* besondere Arten aufzustellen. So sind, wie bei vielen anderen Formen, die Larven und Imagines der chilenischen *Kalotermes* völlig gleich, die Soldaten aber im Norden und Süden verschieden. Bei einer konsequenten Durchführung eines solchen Gesichtspunktes müßte man ja auch meine Breslauer *Anoplotermes* als eine andere Gattung ansehen, da gerade die „Waffenlosigkeit" als so typisch angesehen wurde, daß man der weitverbreiteten Gattung diesen Namen gab.

Die einmal erworbene Plastizität der Formen trug sicher dazu bei, die

Anfänge der Gemeinschaft

zu fördern, für welche die Termiten von ihren Vorfahren, den Schaben (Blattaria), schon allerlei

mitbrachten. Wie noch nicht abgeschlossene Versuche zeigten, gibt es dort neben Brutpflege besonders bei jungen Tieren einen starken Zusammenhalt auf Grund von Geruchsstoffen, ja sogar eine Vorstufe des Alarms. Der Schritt zu einer festeren Familiengemeinschaft durch Mithilfe von Larven und geschlechtslosen Imagines, die wir bei *Kalotermes* kennenlernten, ist dann gar nicht so groß. Wenn dann auf die oben beschriebene Weise noch Soldaten dazugekommen sind und sich so die Arbeitsteilung verstärkte, dann sind wir schon angekommen bei den Staaten der primitiveren Mastotermitiden und Protermitiden. Von ihnen gibt es nur gradweise Unterschiede zu den Meso- und Metatermitiden mit ihrer so komplizierten und so sinnvoll sich abspielenden Organisation, gegen welche sogar der Mensch zur Zeit meist noch völlig machtlos ist.

Zu den Problemen der Morphologie und Physiologie, der Entwicklung und der Soziologie, welche immer wieder an die Grundfragen der Biologie heranführen, kommt bei den Termiten demnach noch das Problem ihrer *Bekämpfung*. Es ist nur im Zusammenhang mit dem genauen Studium der Biologie zu lösen; denn nur dann, wenn wir einen Gegner ganz genau kennen, ist es möglich, Schritte zu seiner Vernichtung zu unternehmen.

Ausführliches Schriftenverzeichnis in: W. GOETSCH, Vergleichende Biologie der Insekten-Staaten. Leipzig 1940.

Chromosomenmutationen nach UV.-Bestrahlung[1]).

Von J. STRAUB, Berlin-Dahlem.

Die experimentelle Mutationsforschung versucht neben anderem, die physikalisch-chemischen Vorgänge zu erfassen, welche sich bei der Entstehung von Mutationen in der Zelle oder im Kern abspielen. Ein Weg zu diesem Ziel ist dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß von verschiedenwelliger Strahlung an den Chromosomen beobachtet wird. Verhältnismäßig gut sind unter diesem Gesichtspunkt die Wirkungen von Röntgenstrahlen einerseits, der UV.-Strahlung andererseits untersucht worden. Eingehende Analysen verdanken wir STADLER und SPRAGUE (1, 2, 3) sowie STADLER (4). Es ist zum Verständnis unserer eigenen Versuche nötig, kurz die Methoden dieser Autoren zu nennen. Ihr Versuchsobjekt war der Mais, *Zea mays*. Die Feststellung von Chromosomenmutationen geschah großenteils auf rein genetischem Wege. Normale Eizellen wurden durch Bestäubung mit UV.-bestrahltem Pollen befruchtet. Unter Anwendung einer bestimmten Genkombination lassen sich dann einzelne Deficiencies (= Stückverluste) unmittelbar an der Schale des jungen Maiskornes, andere an der erwachsenen Pflanze erkennen; Translokationen und Inversionen verraten sich an den Pollenverhältnissen der blühenden Pflanzen oder sind im Ablauf der Meiosis direkt nachweisbar. Die wesentlichen Ergebnisse von STADLER und SPRAGUE sind durch folgende *vier Unterschiede der UV.-Strahlenwirkung gegenüber der Röntgenwirkung* gekennzeichnet: 1. Im UV.-Versuch ist die Zahl der Translokationen gering [zu derselben Feststellung gelangten MULLER und MACKENZIE (5) bei *Drosophila*]. 2. Die Stückverluste sind nach UV.-Strahlung in großer Zahl haploid lebensfähig, sind also ziemlich klein. 3. Die UV.-Stückverluste liegen terminal. 4. Im UV.-Versuch treten besonders viele Samen mit toten Embryonen auf. Mit anderem Objekt und anderer Methode hatten hernach SAX und MATHER (6) sowie GILES (7) die *Identität von röntgeninduzierten und spontan entstandenen Chromosomenmutationen nachgewiesen*. Hier ließen sich die Veränderungen im Bau der Chromosomen während der Pollenmitose von TRADESCANTIA (im Röntgenversuch unmittelbar nach Bestrahlung des Ruhekernes) direkt beobachten. Die Identität der jeweils entstandenen Mutationen zeigte sich — neben anderem — in einer *spezifischen Anfälligkeit der einzelnen Chromosomenabschnitte für Chromosomenbrüche*. Sie waren nämlich in beiden Fällen in der proximalen Schenkelgegend wesentlich häufiger als in der distalen. Dieser Befund erschien besonders im Hinblick auf die Resultate von STADLER und SPRAGUE bemerkenswert. Nachdem wir [STRAUB (8)] gelegentlich einer Röntgenuntersuchung bei *Gasteria trigona*, einer südafrikanischen Liliacee, hinsichtlich der Bruchverteilung zu demselben Resultat wie SAX und MATHER — allerdings mit weit kleinerem Zahlenmaterial — kommen konnten, schien es uns lohnenswert, bei *Gasteria* auch einmal die *chromosomalen Mutationen hinsichtlich der Bruchstellenlage nach UV.-Strahlung* zu analysieren.

Die Feststellung der chromosomalen Mutationen geschah auf cytologischem Wege. Unbehandelte Fruchtknoten wurden zu diesem Zweck mit Pollen bestäubt, der zuvor verschiedenen UV.-Strahlungen („Asta"-Quecksilberdampflampe, 1 m Abstand, meist 30 Minuten) ausgesetzt war. Die entstehenden Embryonen entnahmen wir zu geeigneter Zeit [vgl. STRAUB (9)] den jungen Samen und analysierten in ihnen die vorhandenen Kernteilungen. Beim Auspräparieren der jungen Embryonen ergab sich, daß eine große Zahl sehr schwächlich ausgebildet war. Sie stellte die Hauptmasse der Embryonen dar, die chromosomale Stückverluste besaßen. Es zeigte sich im Laufe der Untersuchungen weiter, daß nur die Stückverluste geeignet waren, die Verteilung der Bruchstellen längs der Chromosomen zu erkennen. Da 200 normal ausgebildete Embryonen ausschließlich normale Chromosomengarnituren enthielten, vereinfachten wir deshalb die Untersuchungen so, daß *nur die irgendwie schwach entwickelten Embryonen zur cytologischen Bearbeitung herangezogen wurden*[1]). Diese Methode der cytologischen Analyse von Embryonen besitzt den Vorteil, daß man *alle und dabei besonders auch jene chromosomalen Mutationen noch erfaßt, die grobe Veränderungen bedeuten*. Wie unten gezeigt wird, konnte gerade dadurch das Wesen der chromosomalen Mutationen nach UV.-Wirkung klarer erkannt werden.

Zum Verständnis der Befunde seien die chromosomalen Verhältnisse bei *Gasteria* kurz dargestellt. Der diploide Satz (14) setzt sich aus 8 fast gleich langen, großen (*G*) Chromosomen (etwa 17 μ) und 6 gleich langen, kleinen (*g*) Chromosomen (etwa 4,5 μ) zu-

[1]) Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem, Abteilung F. v. WETTSTEIN. Eingegangen den 14. Dezember 1940.

[1]) Ich danke Fräulein HELGA STÄRTZENBACH für ihre Hilfe bestens.

sammen (Fig. 1). Alle sind heterobrachial (d. h. haben verschieden lange Arme). Die 8 großen, auf die sich unsere Beobachtungen fast ausnahmslos beziehen, sind

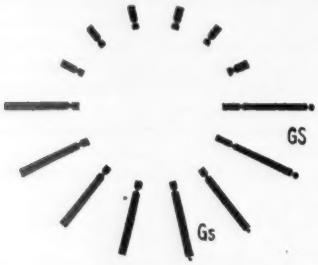


Fig. 1. Schema des diploiden Chromosomensatzes von Gasteria. *GS* und *Gs* Satellitenchromosomen.

leicht in 2 Gruppen von je 4 zu sondern. Die einen 4 sind Satelliten-Chromosomen. Das eine Satellitenpaar besitzt 2 auffallend große Satelliten und kann außerdem

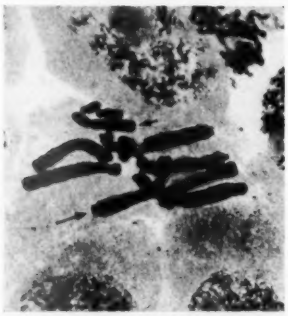


Fig. 2. Metaphase einer Mitose im Embryo, Stückverlust im langen Arm von *GS* zeigend. Langer Pfeil: Normales *GS*. Kurzer Pfeil: *GS* mit terminalem Stückverlust. × 850.

Fig. 3. Anaphase, Stückverlust im langen Arm von *GS* zeigend. Bedeutung der Pfeile wie in Fig. 2. × 850.

dadurch von allen anderen unterschieden werden, daß sein kurzer Arm am größten ist (*GS*-Chromosom). Das andere Satellitenpaar ist entsprechend identifizierbar (*Gs*-Chromosom).

Die Resultate waren folgende: Auf 1800 Embryonen kamen 210 schwach ausgebildete. Von diesen waren 116 mitotisch normal. 19 konnten nicht genau analysiert werden, 75 besaßen erkennbare chromosomale Mutationen (normalerweise kommt auf etwa 300 Embryonen eine chromosomale Mutation). Von diesen schieden 4 aus, da sie in bezug auf die chromosomalen Änderungen Chimären darstellten, also den „fractional-Deficiencies" von *Zea mays* grundsätzlich entsprachen, mit dem Unterschied, daß in unseren Versuchen die Beziehung zur UV.-Strahlung als auslösende Ursache nicht gesichert werden konnte. Die 71 Embryonen, welche Mutationen in allen Zellen erkennen ließen, setzten sich zusammen aus:

50 mit einfachem Stückverlust (50 × 1 Bruch) (Fig. 2, 3),
8 „ doppeltem Stückverlust (8 × 2 Brüche) (Fig. 4),
1 „ einfachem Stückverlust + 1 Translokation (1 × 3 Brüche),
2 „ einfachem Stückverlust + Umbauvorgang, dem 2 Brüche zugrunde liegen müssen (2 × 3 Brüche),
1 „ einfachem Stückverlust, daneben trisom (1 × 1 Bruch),
2 „ Isochromosomen (= Translokationen) (2 mal 2 Brüche),
1 „ bizentrischem Chromosom (= Translokation) (1 × 2 Brüche),
1 „ Ringchromosom (1 × 2 Brüche) (Fig. 5),
3 Trisome, 1 Hypodiploider, 1 Haploider.

Bei den Satellitenchromosomen ließ sich nachweisen, daß *die Stückverluste bis auf eine einzige Ausnahme terminale waren.* Das gleiche kann für die

Fig. 4. Frühe Metaphase, doppelten Stückverlust zeigend. Langer Pfeil: *G* = Chromosom mit Stückverlust. Kurzer Pfeil: *Gs* mit extrem starkem, terminalem Stückverlust. × 1100.

Nichtsatellitenchromosomen angenommen werden. Dadurch ließ sich die Lage von 71 Bruchstellen (aus 53 Fällen mit einmaligem Stückverlust, 8 mit zweifachem und 1 mit Translokation) bestimmen. Ihre Verteilung längs des langen Armes eines *G*-Chromosomes wird in Fig. 6 dargestellt. Die *Bruchhäufigkeit ist*, von Einzelheiten sehen wir ab, *proximal wesentlich höher als distal.* Es steht also fest, daß *bei UV.-Strahlenwirkung die Manifestation der Brüche hinsichtlich der Lage im Chromosom den gleichen Gesetzmäßigkeiten wie bei Röntgenstrahlenwirkung* folgt.

Damit ist auch nachgewiesen, daß die UV.-Strahlenwirkung — wenigstens bei *Gasteria* — nicht charakterisiert ist durch die vermehrte Auslösung von besonders kleinen Stückverlusten. Nach MULLER und

Fig. 5. Metaphase mit Ringchromosom. × 850.

MACKENZIE soll das bei *Drosophila* der Fall sein, und auch bei *Zea mays* waren nach STADLER und SPRAGUE die UV.-Stückverluste in hohem Prozentsatz haploid lebensfähig. Es ist aber recht wahrscheinlich, daß in diesen beiden Fällen gerade die groben Stückverluste

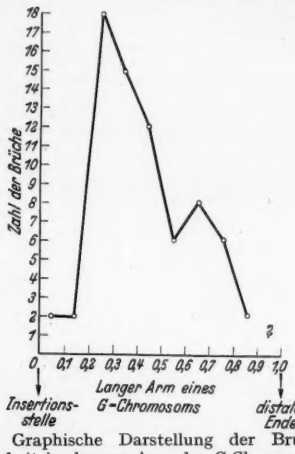


Fig. 6. Graphische Darstellung der Bruchstellenhäufigkeit im langen Arm der *G*-Chromosomen.

wegen der angewendeten Methode überhaupt nicht erfaßbar waren; denn starke Deficiencies fallen dort wegen der Entwicklungshemmung der entsprechenden Embryonen für die Analyse aus. Es bleibt *als Charakteristikum der „UV.-Mutationen" nur das seltene Auftreten von Translokationen und die terminale Lage der Stückverluste.* Über die relative Häufigkeit der Translokationen können wir bei unserer Methode nur dürftige Aussagen machen. Aber angesichts der Tatsache, daß wir 51 Embryonen mit einfachen Stückverlusten, 8 mit doppeltem Verlust und 2 mit dreifachem Bruch fanden, erscheint die erhaltene Translokationszahl von 4 gering. Aus diesem Befund und der Tatsache der terminalen Lage der Deficiencies läßt sich das seltene Auftreten der Translokationen nach UV.-Strahlung näher charakterisieren: Die Zahl der überhaupt auslösbaren Brüche des Chromonemas ist bei UV.-Strahlung nicht zu klein, um Translokationen zu ergeben. Oder anders dargestellt: Die Zahl der für eine Translokation nötigen Brüche wird nicht erst durch eine letale Dosis erreicht. Zur Ablehnung dieser Vorstellung konnte auch STADLER (4) durch den Vergleich der UV.-Wirkung mit dem Einfluß schwächster Röntgendosen kommen. Unsere Versuche machen nunmehr auf direktem Wege die Erklärung sehr wahrscheinlich, die schon BAUER (10) an Hand der Befunde von STADLER gibt: Nach *UV.-Bestrahlung werden die freien Bruchenden bzw. die Stellen der Rekombinationsfähigkeit leichter oder früher stabil als im Röntgenversuch.* Die Feststellung eines derartigen Verhaltens ist wesentlich für das Verständnis der Grundvorgänge bei der Auslösung von chromosomalen Mutationen [vgl. BAUER (10)].

Abschließend sei hervorgehoben, daß unsere Befunde über die Bruchstellenverteilung längs des Chromosoms die Gleichheit eines Teiles der primären Wirkungen von UV.- und Röntgenstrahlen sicherstellen. In diesem Zusammenhang sind Ergebnisse von v. MÖLLENDORF und LAQUEUR (11) bemerkenswert. Dort wird das Verhalten der Zellen in Fibrocytenkulturen nach UV.-Bestrahlung untersucht: Zunächst verlangsamt sich die Mitosegeschwindigkeit, dann folgt eine mitosenfreie Zwischenzeit, hierauf schließlich ein Mitosenanstieg; in der letzten Phase sterben die Zellen nach Anwendung einer kräftigen Dosis ab. Diese Vorgänge sind im Prinzip die gleichen wie diejenigen, welche wir von der Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Mitose kennen [vgl. MARQUARDT (12)]. Allerdings ist im Röntgenversuch nachgewiesen, daß der Zelltod nach extremen Chromosomenveränderungen eintritt. Es wäre nachzuprüfen, ob nicht auch die „giftigen Substanzen", welche v. MÖLLENDORF und LAQUEUR für den Zelltod nach UV.-Bestrahlung verantwortlich machen, von chromosomalen Schädigungen begleitet sind.

Literatur.

(1) Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A. **22**, 572—578 (1936). — (2) Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A. **22**, 579—583 (1936). — (3) Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A. **22**, 584—591 (1936). — (4) Proceedings of the 6 th. intern. congr. of Genetics, Edinburgh 1939, in press. — (5) Nature (Lond.) **1939** I, 83—84. — (6) J. Genetics **37**, 483—490 (1939). — (7) Genetics **25**, 69—87 (1939). — (8) Ber. dtsch. bot. Ges. **57**, 155—174 Generalvers.-Heft, 1939. — (9) Z. Bot. **34**, 385—480 (1939). — (10) Chromosoma **1**, 343—390 (1939). — (11) Z. Zellforsch. **28**, 310—340 (1938). — (12) Z. Bot. **32**, 401—482 (1938).

Kurze Originalmitteilungen.

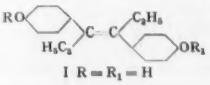
Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Über die östrogene Wirkung von Derivaten des Diäthylstilböstrols.

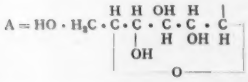
Im Rahmen unserer Spezifitätsuntersuchungen an synthetischen Östrogenen haben wir schon vor längerer Zeit die in der folgenden Tabelle enthaltenen Derivate des Diäthylstilböstrols I($R = R_1 = H$) (trans-3,4-Di-(p-oxyphenyl-)n-3-hexen)[1]) dargestellt und ihre physiologische Wirkung untersucht. Vor allem interessierte uns die Frage, ob nicht durch Glukosidifizierung Präparate mit günstigeren therapeutischen Eigenschaften zu erhalten wären. Es erschien möglich, daß solche Präparate bessere Verhältnisse bei der

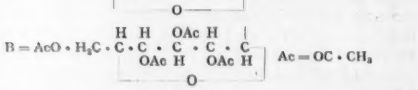
Ausscheidung aus dem Organismus zeigen würden als das Diäthylstilböstrol. Dessen manchmal beobachteten Nebenwirkungen beim Menschen und die bei hohen Dosen an Tieren auftretenden toxischen Wirkungen sind vielleicht auf die Tatsache[2]) zurückzuführen, daß dieser Stoff im Organismus viel schwieriger inaktiviert wird als das Östron und die anderen natürlichen Östrogene.

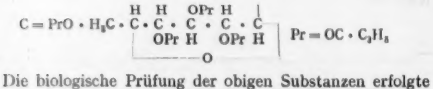
Substanz	R	R_1	Schmelzpunkt	$[\alpha]_D$
II	CH_3	H	114°	
III	A	H	enthält Kristall-H_2O	−25,55° in Pyridin
IV	B	H	172° n. d. Trocknen bei 130° i. V.	−20,56° in Pyridin
V	B	$COCH_3$	148°	−33,46° in Pyridin −40,91° in Benzol
VI	C	COC_2H_5	116°	—
VII	B	B	221°	—



I R = R_1 = H







Die biologische Prüfung der obigen Substanzen erfolgte im Allan-Doisy-Test an kastrierten erwachsenen weiblichen Ratten. Die zu prüfende Dosis erhielten die Tiere in einer einzigen Injektion bzw. Fütterung verabreicht. Als Lösungsmittel für die Substanzen wurde Ölsäureäthylester verwendet. Um die oft beträchtlichen Schwankungen in der Empfindlichkeit der Tiere je nach Jahreszeit und anderen Ursachen auszuschalten, wurde stets bei den endgültigen Auswertungen eine bekannte östrogene Substanz, z. B. Diäthylstilböstrol, Dipropionat des Diäthylstilböstrols oder Östron gleichzeitig mit der zu untersuchenden Substanz in verschiedenen Dosen verabreicht. — Die in der folgenden Tabelle angeführten Zahlen geben — unter Berücksichtigung der erwähnten Schwankungen — jene Gewichtsmenge in Gamma an, welche bei 100% der Tiere Vollöstrus erzeugen.

Substanz	bei subkutaner Injektion	bei Verfütterung
Diäthylstilböstrol I	1—1,5	4—6
Dipropionat d. Diäthylstilb.	1,25—2	6—8
Östron	2,5 —4,5	60—80
II	6—9	—
III	3—4	4—6
IV	4—5	—
V	2,5 —4	4—6
VI	12—16	—
VII	15—20	—

Aus der Tabelle geht einerseits die bereits bekannte Überlegenheit des Diäthylstilböstrols und seiner Derivate über das natürliche Hormon bei *peroraler* Anwendung deutlich hervor; andererseits zeigt sich, daß die glukosidischen Derivate des Diäthylstilböstrols zwar bei subkutaner Verabreichung dem Diäthylstilböstrol unterlegen sind, bei peroraler Verabreichung aber ihm in keiner Weise nachstehen. Bei den acylierten Glukosidderivaten läßt sich auch deutlich die protrahierte Wirkung, der sog. Estereffekt, beobachten. Von Interesse ist auch die relativ starke Wirksamkeit des Monomethyläthers des Diäthylstilböstrols, dessen Dimethyläther nur in viel höheren Dosen eine allerdings lang andauernde Wirkung zeigt[3]).

Einige Präparate befinden sich in klinischer Prüfung.

Wien, II. Chemisches Universitätslaboratorium, den 10. Dezember 1940.

F. v. Wessely. E. Kerschbaum. A. Bauer. F. Schimke.

[1]) F. v. Wessely, H. Welleba, Naturwiss. **28** (1940) (im Erscheinen).

[2]) B. Zondek, W. Sulman, Nature (Lond.) **144**, 596 (1939).

[3]) E. C. Dodds, L. Golberg, N. Lawson, Sir R. Robinson, Proc. roy. Soc. Lond. B **127**, 140 (1939).

Zur Kenntnis der Ellagengerbstoffe.

Vor einiger Zeit wurde berichtet[1]), daß den Ellagengerbstoffen als Strukturprinzip die Tetra-galloyl-ellagsäure zugrunde liegt. Die weiteren Untersuchungen zeitigten aber das Ergebnis, daß diese Auffassung nicht zutreffend ist.

Die zunächst gewonnenen Präparate waren noch nicht einheitlich. Erst jetzt ist es gelungen, die schwer trennbaren kolloidalen Gemische in einzelne Gerbstoffanteile zu zerlegen. Die Arbeiten mit diesen nicht kristallisierten Anteilen haben ergeben, daß die Ellagengerbstoffe zu den hydrolysierbaren Gerbstoffen zu rechnen sind und in verschiedenen Verbindungstypen in der Natur auftreten. Diese Gerbstoffe sollen zunächst nach ihrem optischen Drehvermögen in rechts- und linksdrehende Gerbstoffe eingeteilt werden.

Rechtsdrehende Ellagengerbstoffe. 1. Gerbstoff aus Algarobilla. Die saure Hydrolyse eines Anteiles liefert Ellagsäure, Gallussäure und Zucker. Aus dem Gerbstoffmolekül spaltet Emulsin Ellagsäure ab, diese haftet also am 1. C-Atom der Glucose. Entschieden ist noch nicht, ob sie über ein Phenolhydroxyl oder eines ihrer Carboxyle gebunden ist. Der Algarobillagerbstoff ist ein Ellago-gallo-tannin. 2. Gerbstoff aus Aleppogallen. Bei der sauren Hydrolyse dieses Gerbstoffes wurde ebenfalls Ellagsäure, Gallussäure und Zucker gefunden. Emulsin spaltet aus dem Molekülverband keine Ellagsäure heraus. Hier ist es wahrscheinlich, daß an der Ellagsäure, zum Unterschied von Algarobilla, noch depsidartig verknüpfte Gallussäure verankert ist. Während die Ellagsäure im Algarobillagerbstoff als Dilacton oder Monolacton (Luteosäuretypus) vorliegt, tritt sie uns hier in der offenen Form, Säureform, entgegen. Der Aleppogallengerbstoff ist ebenfalls den Ellago-gallo-tanninen zuzuordnen (evtl. einer Untergruppe). Aus dem Gerbstoffgemisch der Aleppogallen konnte außerdem ein kristallisiertes Produkt, wahrscheinlich ein Glucosegallat, erhalten werden.

Linksdrehende Ellagengerbstoffe. Zu den linksdrehenden Gerbstoffen zählen Divi-Divi, Eichen, Knoppern, Myrobalanen, Valonea, Granatbaum. Die saure Hydrolyse bestimmter Anteile dieser Gerbstoffe liefert wiederum Ellagsäure, Gallussäure und Zucker. Außerdem ist es nicht unwahrscheinlich, daß ein weiterer Baustein, z. B. eine aliphatische Säure (evtl. optisch aktiv) mit am Molekülaufbau beteiligt ist. Weiter ist es möglich, daß andere Anteile keinen Zucker enthalten. Diese Fragen können erst endgültig mit neuen Spaltungsmethoden, welche in Bearbeitung sind, gelöst werden. In den Gerbstoffen dürfte die Ellagsäure mit dem Zucker glucosidisch, mit der Gallussäure depsidartig verknüpft werden. Die verschiedenen Drehwerte der einzelnen Gerbstoffe dürften darauf zurückzuführen sein, daß in den Molekülen die Zucker- bzw. Galloyl- oder weitere Gruppen in der Zahl variieren. In sämtlichen Gerbstoffen ist die Ellagsäure geöffnet. Es handelt sich um einen ganz neuen Gerbstofftypus.

Zur Ermittlung der Molekulargröße und der endgültigen Konstitutionsermittlung werden augenblicklich sämtliche Gerbstofftypen weiteren Reinigungsprozessen unterworfen. Aus dem Gerbstoffgemisch des Granatbaumes ist die Abtrennung eines Ellagsäureglucosids gelungen.

Die einzelnen Versuchsergebnisse werden in Liebigs Ann. veröffentlicht werden, und ich behalte mir die weitere Bearbeitung der Ellagengerbstoffe ausdrücklich vor.

Dresden, Kaiser Wilhelm-Institut für Lederforschung, den 8. Dezember 1940. L. Reichel.

[1]) Naturwiss. **27**, 628 (1939).

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Fritz Süffert, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Röntgenanalyse von Krystallen

Von

Professor Dr. **J. M. Bijvoet**
van't Hoff-Laboratorium der Universität Utrecht

Dr. **N. H. Kolkmeijer**
van't Hoff-Laboratorium der Universität Utrecht

Dr. **C. H. MacGillavry**
Laboratorium für Krystallographie der Universität Amsterdam

Deutsche, umgearbeitete Ausgabe

Mit 200 Abbildungen. VI, 228 Seiten. 1940. RM 18.—; gebunden RM 19.80

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung. — **Methoden der Röntgenanalyse.** 1. Die Größe der Krystallzelle. Richtungen der abgebeugten Röntgenstrahlen. A. Grundlagen. B. Aufnahmemethoden. C. Die absolute Skala der Krystallzelle. D. Anwendungen. 2. Die Struktur der Zelle. Die Intensitäten der gestreuten Röntgenbündel. A. Die beiden diskontinuierlichen Faktoren. B. Die kontinuierlichen Faktoren. C. Vollständige Intensitätsberechnung. 3. Der Gang einer Röntgenanalye. A. Übersicht. B. Anorganische Beispiele. C. Organische Beispiele. 4. Berechnung der Krystallstruktur mittels Fourier-Analyse. 5. Beugung von Elektronenstrahlen am Krystallgitter. — **Ergebnisse der Röntgenanalyse.** 6. Einteilung und Eigenschaften der Krystallgitter. A. Einteilung der Gitter. B. Ionen-(Atom-) Abstände. C. Physikalische Eigenschaften und Strukturmodell. D. Isomorphie, isomorphe Vertretung und strukturelle Unordnung. 7. Einige Gruppen von anorganischen Verbindungen. A. Die Krystallstrukturen der Dihalogenide. B. Die Krystallstrukturen der Silicate. 8. Organische Verbindungen. A. Übersicht und vollständige Strukturbestimmungen. B. Lange Ketten. C. Hochmolekulare Verbindungen. — **Anhang.** 1. 32 Krystallklassen. 2. 230 Raumgruppen. 3. Ableitung einiger Formeln. 4. A. Auswertung des Laue-Diagramms von NaCl. B. Auswertung eines Pulverdiagramms. C. Berechnungen beim Drehdiagramm. 5. Das reziproke Gitter. 6. Die Fourier- und die Patterson-Analyse. 7. Wechselstrukturen. — Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften

Redigiert in Gemeinschaft mit **F. Hund**

von

Ferdinand Trendelenburg

Zuletzt erschien:

Neunzehnter Band

Mit 159 Abbildungen. 333 Seiten. 1940

RM 28.—; gebunden RM 29.60

Inhaltsübersicht:

Interstellare Materie. Von Professor Dr. E. Schoenberg und Dr. H. Lambrecht, Breslau.

Die Erzeugung schneller Ionenstrahlen für Kernreaktionen. Von Dr. W. Gentner, Heidelberg.

Massenspektrographie und ihre Anwendung auf Probleme der Atom- und Kernchemie. Von Professor Dr. J. Mattauch, Berlin-Dahlem.

Mikroskopie hoher Auflösung mit schnellen Elektronen. Von Dr.-Ing. B. v. Borries und Dr.-Ing. E. Ruska, Berlin.

Inhalt der Bände I—XIX. — I. Namenverzeichnis. II. Sachverzeichnis.

Früher erschien:

Achtzehnter Band

Mit 125 Abbildungen. III, 387 Seiten. 1939

RM 32.—; gebunden RM 33.60

Inhaltsverzeichnis:

Die Verteilung der absoluten Helligkeiten der Sterne von verschiedenem Spektraltypus. Von Professor Dr. Josef Hopmann, Leipzig.

Die atomaren Konstanten *e*, *m* und *h*. Von Professor Dr. F. Kirchner, Köln.

Die sichtbaren und ultravioletten Spektren fester Körper. Von Professor Dr. Georg Joos, Göttingen.

Neuere Stark-Effekt-Forschungen. Von Regierungsrat Dozent Dr. H. Verleger, Berlin.

Isotopentrennung. Von Dr.-Ing. W. Walcher, Kiel.

Graphit und Graphitverbindungen. Von Professor Dr. U. Hofmann, Rostock i. M.

Der Plasmazustand der Gase. Von Dr. phil. Robert Rompe und Dr. phil. M. Steenbeck, Berlin.

Inhalt der Bände I—XVIII. — I. Namenverzeichnis. II. Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.